Energy, Mines and Resources Canada
Énergie, Mines et Ressources Canada

CANMET

Canada Centre for Mineral and Energy Technology

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie

CANMET REVIEW

1986-1987

89-01008/

For further details about the information products and services available from CANMET, or about the work of CANMET's operating divisions, please contact:

Technology Information Division
CANMET – Policy, Planning and Services
Energy, Mines and Resources Canada
555 Booth Street
Ottawa, Canada
K1A 0G1

Telephone:

General Inquiries	(613) 995-4029
Coal	(613) 995-4075
Energy	(613) 995-4075
Mining	(613) 995-4069
Mineral processing	(613) 995-4069
Metallurgy	(613) 995-4807
FAX	(613) 952-2587
Telex	(613) 053-3395

CANMET REVIEW 1986-1987

CANMET REPORT 87-8

Canada Centre for Mineral and Energy Technology
Energy, Mines and Resources Canada

Published under the authority of the
Minister of Energy, Mines and Resources

©Minister of Supply and Services Canada 1988
Cat. No. M38-13/87-8
ISBN 0-662-55930-4

FOREWORD

Economic growth within the minerals and energy sector continued to suffer from low mineral commodity prices, a further drop in international oil price, and contractual pressures to reduce both volumes and prices of coal sales. Offsetting these impacts, however, has been a substantial advance within both sectors towards decreasing operating or production costs.

Consistent with newly established federal Science and Technology policy, CANMET declared its intent during 1986-1987 to become a Government Technology Centre. As part of this strategic change towards increasing the relevance of CANMET's technology development activities to industrial client needs, the industrial advisory process has been strengthened. The newly created Minister's National Advisory Council to CANMET (MNACC) now includes within its mandate, advice on CANMET's business development objectives.

CANMET has continued its focus on consultation with the relevant industry sectors and on technology transfer. Industry-wide seminars were held on a range of technology areas including health and safety aspects of underground mining, surface mining, coal preparation and oil and gas conversion. A highlight was the presentation of the Canada Awards for Excellence 1986 Silver Award for Technology Transfer, to Almax Industries (1980) Ltd. and to CANMET and Queen's University. The award was for the successful development and well-managed transfer of technology used to manufacture efficiently high performance ceramics. After two years of successful foundry site visitations by CANMET's Mobile Foundry Laboratory, its continued operation was transferred to the Association of Provincial Research Organizations.

CANMET also initiated several major cooperative projects with governments and industry. Notable amongst these are the Reactive Acid Tailings program which is conducted jointly by CANMET and industry, and a joint project with the Alberta Oil Sands Technology and Research Authority and industry to study the viability of a novel method of recovering bitumen from the Athabaska reservoir by a shaft and tunnel access process using horizontal wells and gravity drainage.

Provision of technology support continued throughout the year for major demonstration projects. A significant emphasis was directed towards technologies including novel burners and advanced combustion systems designed to reduce the emission of acid rain precursors during thermal power generation.

CANMET also continued its role of administering the federal mineral technology components of the Federal-Provincial Mineral Development Sub-Agreements.

Federal-Provincial Mineral Development Sub-Agreements

Province	Resources Assigned ($000)	Expenditures ($000)		
		1984-85	1985-86	1986-87
Newfoundland	1,500	0	236.9	365.5
Nova Scotia	3,275	309	464.2	872.3
New Brunswick	3,000	215	341.2	580.0
Ontario	3,550	—	307.5	1,172.0
Manitoba	4,665	152	1,179.3	1,231.3
Saskatchewan	515	0	39	174.1

Under the guidance of MNACC and through both the in-house and contracted-out technology development and transfer activities, the needs of industry for technology advancement continue to be addressed. This goal is increasingly being recognized as a key factor in restoring the productivity of Canada's mineral and energy industries as well as their international competitiveness. CANMET is well equipped with highly qualified scientists, engineers, technical and support staff to meet the research challenges that lie ahead, and to serve the nonrenewable resource sector industries of Canada.

M.D. Everell
Assistant Deputy Minister
Mineral and Energy Technology

CONTENTS

FOREWORD i

CANADA CENTRE FOR MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY (CANMET) 1
Organization 1

ADMINISTRATION OF THE CANADA EXPLOSIVES ACT 2

MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY 2
Mining 2
Mining Methods and Equipment 3
Rock Mechanics 3
Mineral Reserves Assessment 4
Mine Environment 5
Equipment Safety Certification 5
Explosive Atmospheres 5

Coal and Oil Sands Mining and Preparation 6
Coal Reserves Assessment 6
Underground Coal Mining 6
Surface Coal and Oil Sands Mining 7
Coal Preparation 8
Coal Desulphurization 9

Mineral Processing 9
Minerals Evaluation 9
Beneficiation: Metallic 10
Beneficiation: Industrial Minerals 10
Treatment: Ceramics 11
Treatment: Industrial Minerals 11
Biotechnology 11
Extraction: Common Metals 11
Extraction: Rarer Metals 12
Standards and Specifications 12
By-Product Recovery 12
Environmental Controls 13

Fuels Technology 13
Recovery of Bitumen and Heavy Oils 13
Bitumen/Oil Emulsions, Effluent Waters and Tailings 13
Upgrading Bitumen, Heavy Oils and Residuals 14
Upgrading of Synthetic Crude Distillates and Utilization of Residues 14
Conversion of Natural Gas to Liquid Fuels 15
Coprocessing and Coal Conversion 15
Gasification 16
Carbonization 16
Combustion 17
Pulverized Coal Combustion 17
Fluidized-Bed Combustion (FBC) 17
New Coal-Based Fuels 17
Pollution Abatement Technology 18
Conservation: Residential, Commercial and Industrial 18
Biomass Combustion 18

Metals and Materials 18
Casting Processes 18
Metal-Working Technologies 19
Welding Technology 20
Nondestructive Testing (NDT) 20
Microstructures and Properties of Engineering Materials 21
Corrosion and Erosion 21
Materials Failure Control and Analysis 22
Advanced Instrumentation 22

TECHNOLOGY TRANSFER 22
Technology Evaluation 22
Project Review 22
Technology Transfer Activities 23

TECHNOLOGY INFORMATION 23
Library Services 23
Technical Documentation 23
Publications Production 24
Technical Inquiries and Referral Service 24

APPENDIX A – CANMET PROFESSIONAL STAFF 25

APPENDIX B – CANMET REPRESENTATION ON TECHNICAL COMMITTEES 1986-1987 37

CANADA CENTRE FOR MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY (CANMET)

Mission: ***To enhance the role and contribution of minerals and energy in the Canadian economy by means of mission-oriented research and development in mining, mineral processing and utilization of metals, industrial minerals, and fuels.***

The formation of CANMET as the Mines Branch in 1907 supported the part that the Federal Government played and continues to play: to complement the roles of industry, the provinces, the universities, and other sectors in the industrial, economic and regional development of Canada.

CANMET's R&D is divided among technologies for mining and processing of minerals, coal, and oil sands, and their utilization. Through these activities CANMET fulfills its three primary goals:

— providing information to the Minister for policy-making related to nonrenewable resources;

— serving government social objectives for health, safety, and the environment;

— supporting R&D performed by industry in order to improve the latter's economic performance and productivity.

To fulfill these goals, CANMET's total resources of $73 million and 785 person years are distributed approximately 5-10 per cent to policy, 40-45 per cent to protection, and 50 per cent to productivity related programs. Important input and guidance on project selection and implementation is provided by industry and by advisory and user groups.

The transfer of technology to industry forms an integral part of all CANMET activities. To aid in the transfer of this technology, CANMET collaborates with industry in many ways, including dedicating nearly one-third of its budget to contracted work. CANMET also provides services to industry. Remuneration for these services, which are usually based on special expertise and equipment, is currently about $1.3 million per year.

ORGANIZATION

CANMET carries out its mandate with a staff of 785 employees, organized into five operational laboratories, the latter supported by several staff units that provide services to all divisions.

The **Energy Research Laboratories** develop technology related to the upgrading of oil sands, heavy oil, and synthetic crude production; coal combustion; coal gasification and liquefaction; and improved oil and gas domestic heating furnaces.

The **Coal Research Laboratories** conduct research related to coal mining, preparation, transportation and carbonization at their regional facilities in Edmonton and Cape Breton.

The **Mining Research Laboratories** are concerned with rock mechanics, mining methods and equipment, explosives testing, mining environments, the certification of equipment for gassy mines, fire and explosion hazards, tailings control, and uranium reserve assessment.

The **Mineral Sciences Laboratories'** efforts are primarily in the areas of mineral processing, and the development of ceramic and other materials for advanced energy storage and conversion systems.

The **Physical Metallurgy Research Laboratories** deal primarily with improved materials for rail lines, coal combustion, offshore structures, pipelines, and pressure vessels. They are also concerned with erosion and corrosion, and with the fabrication of metals and alloys.

The **Research Program Office** coordinates the planning, monitoring and evaluation of CANMET's research programs, administers the contracted-out activities, manages the Branch Management Information System, and provides the Secretariat for the Minister's National Advisory Council to CANMET.

The **Office of Technology Transfer** addresses technology transfer issues, as well as developing guidelines to aid at all stages of research and development — from the planning stage, bench-scale, pilot-plant, and demonstration phases, right through to commercial applications.

The **Technology Information Division** provides library, editorial, and publication production facilities; technical literature analysis and documentation; inquiry response and information dissemination services.

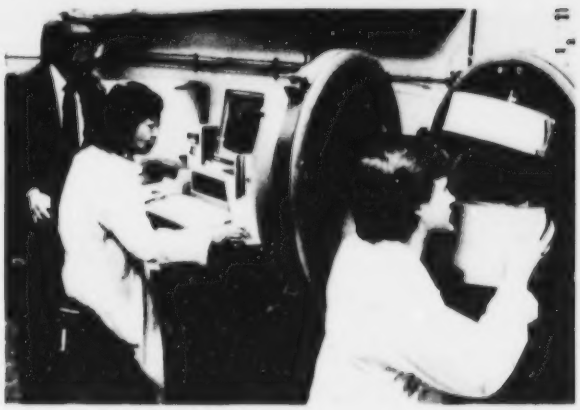
The **Technical Services Division** provides engineering support to all divisions.

In the following pages some highlights of the work of the Branch are outlined:

ADMINISTRATION OF THE CANADA EXPLOSIVES ACT

CANMET maintains Canada's national facility to confirm the safety and characteristics of all explosives submitted for authorization under the *Canada Explosives Act*. Responsibilities continue to increase because of technical advances in formulation and manufacture, heightened concern about the safety of transportation and storage of high-hazard fireworks and propellants, and added international responsibilities.

Don Cox (technologist) tests a high explosive on a BAM friction machine



Dr. K.K. Feng (Research Scientist) operating the accelerating rate calorimeter, which is used for testing the thermal stability of explosives

During 1986-87, CANMET examined 445 explosives for authorization under the Act and continued to explore factors that cause ammonium nitrate to detonate. The Canadian Explosives Research Laboratory continued its investigation into the thermal properties of explosives, in particular into the properties of trinitrotoluene (TNT). Several equations of state were evaluated to assess their impact on predicting detonation properties and fume compositions of a large variety of slurry and emulsion explosives. The contract on the propagation sensitivity of commercial explosives in 15 cm boreholes was completed and the initiating system, probably the detonator rather than the explosive or the primer, was identified as the cause of most cross-deck propagations in decked blasting. This is an important finding since premature detonation and misfiring cause safety problems as well as poor fragmentation, overbreakage, underbreakage, vibration damage, and bad muckpile position. These factors significantly increase drilling and blasting costs which, even under ideal circumstances, are a major factor in the cost of mining.

MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY

MINING

Historically, Canada has enjoyed her status as one of the world's foremost producers of metals and mineral concentrates while new discoveries of profitable grade abounded. But the depression in markets in the 1980's made it difficult for mining companies to remain competitive. As limits to measures such as staff-reductions and corporate cost-cutting were attained, the mining industry awoke to the need for greater effort in, and concern for, research and technology to ensure its own survival.

CANMET's Mining Research Program emphasizes projects designed to assist the Canadian mining industry in improving its methods. In addition, other projects address the measurement and control of health and safety hazards in mines and provide policy support. CANMET has developed and maintains a national information bank on current and developing mining technology in the Canadian mining industry and related organizations. Technology transfer is facilitated by close contacts maintained with the mining industry. The third annual edition of the *Index of Mining Technology Development* is now being produced. It has been very well received by the mining industry and is in great demand.

Mining Methods and Equipment

To assist the mining industry in increasing the efficiency of rock-breaking, loading and transportation operations, CANMET reviews, evaluates and promotes innovative concepts and developments in mining methods and equipment.

Advances in safety and productivity often result from improvements in mining equipment. During the year under review, a contractor studied the technical feasibility of drilling or breaking hard rock using a cavitating hydro impactor. The contractor's investigation resulted in the development of a new shock-resistant, high-pressure water seal. The development of accessories critical to the automation of down-the-hole drills has been successfully completed. The accessories, which were installed on a Continuous Mining System's CD-90 drill, were field tested at a research mine and will be commercialized by the contractor. All of these developments, if and when commercially implemented, will improve the efficiency and reduce the cost of drilling.

New concepts for material handling systems which improve productivity and safety are being developed for use in underground and open pit mines. Increased use of mathematical modeling and computer control can lead to optimal use of mine equipment. Successful automation and robotization of haulage trucks in large open pit mines could result in yearly savings of $150,000 to $200,000 per unit.

The current recovery rate for potash is 40 per cent and, although profitable, this represents a significant loss of resources as well as profits. Progress was made in an ongoing review of underground potash mining methods. The review was designed to lower mining costs and to achieve greater predictability of water inflow in Saskatchewan potash formations. Satisfactory progress was reported in efforts to establish the level of wall and roof support derived from backfilling.

A manual entitled *Estimating Preproduction and Operating Costs of Small Underground Deposits* was produced under contract. It was developed specifically for junior mining companies, prospectors, and independent entrepreneurs with limited financial resources. The manual enables the users to benefit indirectly from the knowledge and experience of a large consulting group when carrying out preliminary assessments of the economic viability of exploiting promising orebodies. CANMET intends to issue a series of such manuals and booklets as a companion to the *Pit Slope Manual*. The reception of the first volume on estimating preproduction costs has been excellent.

Rock Mechanics

A primary concern of rock mechanics research is ground control in mines. Investigations deal with the problems of mining in highly stressed ground, or of mining the large excavations which are needed for more economic excavation. Based on a novel concept, the development of a support design and evaluation system has been completed. The method allows the use of design drafts to determine effective and economic support systems in specific rock mass conditions. This technique will improve both the efficiency and the cost effectiveness of mine support systems.

Since 1982, rockburst activity has increased dramatically in Ontario mines. To address this concern, a tripartite research project funded equally by the federal and Ontario governments and the Ontario mining industry, was initiated. In 1986, a major emphasis of CANMET's rockburst research was on the design and installation of new seismic networks around rockburst-prone mines. Basic research centered on techniques to accurately locate the source of seismic events. CANMET's development of microseismic and macroseismic monitoring systems is associated with the $4.2 million Canada Ontario Industry Rockburst project, undertaken to help reduce fatalities, accidents, and damage to equipment in underground mines. Instrumentation and techniques to identify potential rockburst zones, and to locate and monitor existing ones, were developed. Technical information thus gathered will promote the understanding of this natural phenomenon. Another system developed by CANMET accurately monitors stress changes which occur in rock structures adjacent to stopes and headings which are being mined. Accurate monitoring of these changes will not only increase worker safety, but will also improve productivity and reduce operating costs because it leads to better stope and pillar recovery operations.

Specific mine structures, such as surface crown pillars, have special stability and support requirements. A specific surface crown pillar characterization system is needed which would provide an understanding of how the rock mass interacts with support systems such as backfill. Progress has been made towards developing a technology for rock mass characterization and the development of deterministic models to analyze the standard stability of surface crown pillars. Special surface crown pillar cases (laminated rock, intensively weathered rock) are being studied which, when combined with 24 completed case studies of Canadian surface crown pillars located in Manitoba, Ontario, Quebec and New Brunswick, will provide a cross-section of rock mass settings and characteristics.

Disposal of spent fuel rods will become a critical aspect of nuclear electricity generation. EMR's program is an integral part of the larger Atomic Energy of Canada Limited (AECL)-directed Canadian Nucleur Fuel Waste Management Program to find safe and effective methods of disposing of high level nuclear wastes. During the year under review, evaluation of the Barton-Bandis Joint Model continued with studies to investigate form testing scale effects on rock joint shear strength. Results of

index testing and characterization studies will eventually assist in relating laboratory-scale rock joint behavior to in situ rock mass conditions. Data on mechanical and thermomechanical rock properties determined for three areas were summarized and statistically analyzed.

Rand Jackson and Ah-Soo Wong (Physical Scientists) conduct stiff triaxial tests on a 300 000 lb. load frame and confining pressure panel

Towards the end of a mine's life when the workings become extensive, local instability can propagate into regional instability affecting the whole mine or a very large section of it. Multiple rockbursts and/or caving may result. The stability of the hanging wall above the rockburst area at the Quirke Mine at Elliot Lake, Ontario, was evaluated, and field stress measurements were taken at the Niobec Mine in Quebec and at the Campbell Red Lake Mine in Ontario, while pillar stress measurements were taken at the Denison Mine at Elliot Lake.

CANMET designs and develops instruments to meet some of industry's more pressing geotechnical needs. A small, side-looking borehole TV camera has been upgraded, making it suitable for use in the most harsh underground mine environments. After upgrading, the camera has seen repeated use in wet and brine-filled boreholes. It has proven to be an extremely reliable instrument in these operations. Six prototypes of a newly-developed vibrating wire strain-monitoring unit have been used to determine ground reaction during drift development in an operating mine.

Under the umbrella of Federal-Provincial Mineral Development Sub-Agreements, CANMET supports research to increase mine efficiency and productivity while maintaining or improving safety in the industry. The Ontario MDA focusses on increasing knowledge of fill and filling systems, new stoping methods for deep mines, and improved computer software for use in small mines. During the year under review:

— A contract to develop computer program specifications was completed.

— Investigations of the performance of dewatered tailings and the liquefaction potential of backfill continued.

— The effectiveness of consolidated fill in controlling violent pillar failure was studied.

The Manitoba MDA concentrates on rock mechanics research of particular concern to mines in northern Manitoba. During the year under review:

— Action was taken to procure a full-scale mine and shaft communuication system following a review of both voice and data transmission systems for isolated areas in mines.

— A review of cut-and-fill mining practices in Manitoba was completed.

— Avalanche control skills/projectiles which could be applied to hang up removal in ore passes were developed and tested.

— The data retrieval system for the geotechnical data base proved satisfactory.

— Geotechnical monitoring of test stopes in en echelon lensed ore bodies continued.

— After a review of available technology for its suitability to use in blast decisions for large open stope mining was completed, two test stopes were selected for field studies.

Mineral Reserves Assessment

CANMET produces a yearly report on Canada's economically mineable uranium reserves and inferred resources. Ore reserves of specified mineral deposits are

determined and new evaluation methods developed to improve assessment of mineral resources and related economic benefits.

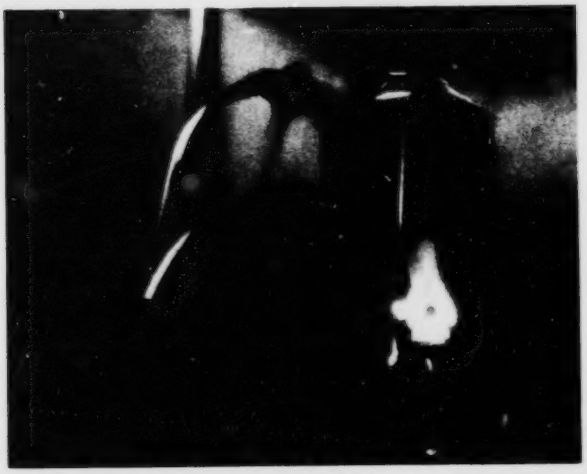
Mine Environment

Dust affects both the comfort and the long-term health of workers in all mining operations. The origin, composition and size distribution of respirable dust are some of the factors which must be known in order to develop effective control measures and to guide and interpret epidemiological and medical studies. Blasting, crushing, and rockhandling were found to be major dust sources. Installing a wet scrubber in a crusher/conveyor belt area in an underground uranium mine effected a substantial difference in size distribution and a dramatic reduction in long-lived radioactive dust. Data obtained from a ventilation/radiation study in a bacterial leaching stope will be used to improve stope operating conditions. New instruments, developed to continuously monitor radon and thoron gas and their decay products, performed satisfactorily.

Equipment Safety Certification

CANMET is charged with providing a national service to certify equipment and materials suitable for use in Canadian underground mines, though mainly for use in coal mines where the presence of methane gas and coal dust presents a constant danger of explosion.

During the fiscal year, a total of 55 new certificates were issued for equipment and materials for use in underground mines. In addition, a total of 92 test series were performed for the Canadian Standards Association and 17 private companies. The tests were mainly tests of equipment for use in explosive atmospheres with some gas detection testing.



Oxygen index apparatus used in testing the flammability of conveyor belts

In the field of standards writing for which CANMET provides much of the input and the research and development, a new draft of the *Flameproof Diesel Code* was produced, a new edition of the Canadian Standards Association (CSA) standard for explosion-proof electrical enclosures was published, extensive revisions to the standard for hydraulic fluids were made, and the new CSA standard for flame-tested conveyor belting for underground mines was approved for publication. In addition, several other key standards were revised to reflect new technology.

Explosive Atmospheres

CANMET participates in a Dust Explosion Control Program involving the mining industries of both Canada and the United States. The explosibility of two materials has been determined and an explosion investigation into the causes and prevention of ferro-silicon system hydrogen gas-initiated explosions completed. The diesel emissions program is well into the technology transfer phase. A cross-Canada "fingerprinting" of all underground diesel vehicles was completed. This fingerprinting will assist industry in choosing the appropriate filter option. Results from mines which have begun implementing this technology show that industry will realize substantial benefits from this project. In terms of health

Ken Judge (technologist) works on the Hartman apparatus

and safety a 100 per cent improvement in air quality is possible in underground mines; in terms of operating costs, a 50 per cent reduction in ventilation requirements is possible. However, most operators will probably opt for a mix to achieve a more widespread benefit.

COAL AND OIL SANDS MINING AND PREPARATION

CANMET is Canada's leading agency for fossil fuel research, development, demonstration and transfer of new technology to industry. Research at CANMET is carried out in response to or in anticipation of industry's needs and problems. Close links with industry are therefore both beneficial and essential. In this regard the Minister's National Advisory Council to CANMET (MNACC) plays an important role in CANMET's programs. The Council is a representative body formed by Order-in-Council to advise the Minister, EMR Canada, to whom it provides a national perspective on R&D needs. Council recommendations are taken into account when formulating both short- and long-term plans.

Although Canadian coal production levels remain high, the export arms of the industry are operating in a fiercely competitive international market where Canada is not the low cost producer. Thus the continuing development and demonstration of new technologies for mining coal and preparing it for the customer are becoming increasingly important to the industry.

CANMET is developing technology to assist the Canadian mining industry in improving its methods and in measuring and controlling health and safety hazards associated with mines. CANMET's annual publication of *Current Coal Research Development and Demonstration Projects in Canada* provides an index of current and recently completed projects and promotes technology transfer by making industry members aware of what others are doing.

Coal Reserves Assessment

Within EMR, the Institute of Sedimentary and Petroleum Geology (ISPG) of the Geological Survey of Canada has responsibility for coal resource assessment while CANMET is responsible for coal reserves, including commercial coal quality. ISPG and CANMET will collaborate on creating and maintaining a coal quality data file which will contain information on both resource quality and reserve/production coal quality. Supplement No. 6 of CANMET's *Analysis Directory of Canadian Commercial Coal*, which presents coal quality data based on a national sampling progam conducted in 1984, was released. For the first time, this report series included the trace elements fluorine and chlorine. Contractors are assessing current techniques to determine in situ coal density – a critical factor in establishing tonnages of coal reserves and resources.

Coal samples were analyzed for the Nova Scotia Department of Mines and Energy as part of the Joint Federal-Provincial Resource Development Agreement.

Underground Coal Mining

CANMET is dedicated to improving occupational health and safety, and to encouraging, by selective application, more productive mining methods in Canada's underground coal mining industry.

If coal is to be extracted safely without loss of productivity, gateroads must be supported. Under an EMR-IRAP grant, a contractor has completed the analysis of an extensive gateroad deformation database collected in the Sydney Coalfield. Another contract has resulted in a gateroad support system which is lighter and much easier to handle than the heavy H-section steel arches currently used. The research contract demonstrated that grout-filled steel tubes could provide a bending resistance equivalent to normal arch steel with a 37 per cent reduction in weight. The monolithic packing system installed by Cape Breton Development Corporation (CBDC) provides more effective gateroad support than conventional systems but is more expensive. Both CBDC and CANMET are investigating the use of materials indigenous to Nova Scotia as substitutes for the most expensive components of this system. One such substance being investigated is a fly ash/cement mix. When coupled with an underground mixing system and a fully mechanized packing system, considerable cost savings and improved efficiency should ensue.

Knowledge of the stability of the surrounding strata is imperative if both productivity and a safe working environment are to be maintained during excavation. A geotechnical program was initiated by CANMET to monitor strata behaviour in the vicinity of the tunnel-boring machine during drivage of Tunnel No. 3 to the Harbour seam and during the development of a 'bearing' crosscut to Tunnel No. 2 in the Sydney Coalfield.

The applicability of existing undersea subsidence guidelines to the Sydney Coalfield is uncertain since they were derived primarily from European land truthed data which have been extrapolated to undersea conditions rather than derived empirically from seabed truthed data. CANMET has therefore initiated a long-term program to measure actual seafloor subsidence development, produce effective predictive techniques, and establish safe working guidelines specifically for the Sydney Coalfield.

Investigation of the outburst phenomena experienced at No. 26 Colliery in Cape Breton has continued following closure of that colliery since other CBDC operations are expected to reach similar depths and geological environments within the next five years. A detailed series of in situ stress determinations were undertaken. A preliminary evaluation of minifracturing techniques in an

underground coal mine environment and an assessment of its performance in weak coal measures strata such as coal and mudstone was conducted.

The presence of methane gas and of dust in underground coal mines presents a hazard to the health and safety of workers. To contain the methane emission hazard, adequate quantities of air must be delivered to strategic zones in the mine workings and where necessary these must be supplemented with effective methane drainage. Thus, the ability to predict the volume of methane which will be emitted is a vital element in the ventilation planning process. A comprehensive and critical review of methane prediction techniques practised in a number of major coal producing countries was completed. In a joint research effort with the U.S. Bureau of Mines, methane liberation patterns were identified. During the year, studies were continued of air leakage through the gob. The use of monolithic packing increased the volumes of air reaching the bottom of the faces on the sidewalls and would permit mining to continue for a length of 2500 m of a longwall advancing panel without resort to a cundy. The performances of hollow shaft ventilators were described for three operating shearers at Lingan Colliery. Tracer gas techniques were used to describe the distribution and quantities of air flow around shearer drums produced by hollow shaft ventilators installed in their bases. The improved understanding of both ventilation and methane release contributes to better control of the underground mine environment.

Monitoring and developing measures to control airborne respirable dust levels in underground coal mines will reduce the risk to coal workers of developing pneumoconiosis and pulmonary disorders. Twelve face-time and nine portal-to-portal dust surveys were conducted.

Surface Coal and Oil Sands Mining

Changing markets and demand for coal over the past few years have dictated a redirection in research to improve the economics of surface mining operations and to emphasize thermal rather than metallurgical coal for foreign and domestic markets. During the year under review, six projects cooperatively funded with industry were initiated. External financial participation in these projects totalled $730,000 while CANMET's share was $475,000. CANMET promoted enhancement of existing technology and adaptation and acceptance of new technology by industry through the preparation of concise state-of-the-art reports on mining methods and equipment, organization of and participation in seminars and symposia, and the demonstration of blast casting technology.

The demonstration of blast casting techniques is being carried out as a jointly funded CANMET-industry research project at a surface coal mine in the mountain region of southeast British Columbia. This demonstration has shown a significant reduction in material handling costs. As typical mining conditions where this technique can be applied are identified, other mines in the region are beginning to consider it as an alternative to mechanical excavation.

Considerable effort continues to be directed toward surveying world-wide developments in surface mining production technology. In-house CANMET studies concentrated on optimizing production of loading and hauling units from continuous and discontinuous mining systems. The concept of match factor, that is, matching the load capacity to hauling at all times during the operation, was re-evaluated.

Spontaneous combustion continues to present industry with coal handleability problems since it poses a threat to the safety of workers and increases costs owing to lost productivity. Thus, CANMET is investigating the causes and means of controlling this phenomenon. Considerable progress was made in characterizing western Canadian coals with respect to their susceptibility to spontaneous combustion. Saturating stored coal with carbon dioxide shows promise as a means of reducing its liability to spontaneous combustion. In a study of spontaneous combustion reaction mechanisms, a contractor correlated thermal response with moisture content. In another study jointly funded by CANMET, Transport Canada, and CBDC, it was found that bacterial oxidation of methane to a non-flammable product is possible on a three tonne-scale.

CANMET's industry-oriented applied research program for surface coal and oil sands mining addresses the design, monitoring, and stabilization of geostructures to ensure safe working conditions. During the fiscal year under review:

- Field tests for a finite element computer model based on the stress-property-deformation-relation technique were carried out as a jointly-funded cooperative research project with industry.
- A contractor upgraded CANMET's tiltmeter/radiotelemetry monitoring system to accept slope inclinometers and transmit data over extended distances. The upgraded system is currently being used to monitor movements in the dragline working bench at the Syncrude mine site.
- Geotechnical data collected from the footwall of a mine located in southeastern B.C., was used in a contract study to investigate exploration techniques, monitoring and analytical de-

sign methods, operational constraints, and other factors affecting the stability of steeply dipping footwalls in mountain regions. The critical parameters for stable footwalls were identified and innovative methods of analysis developed, particularly with regard to the analysis of buckling failure of curved slabs.

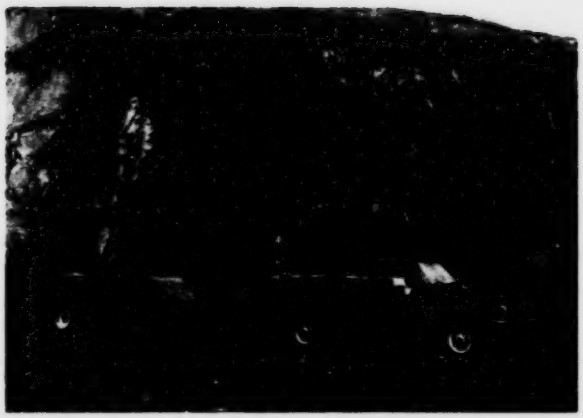
— All seven coal producers in British Columbia, the B.C. Mining Association, and the Canada-British Columbia Mineral Development Agreement collectively funded an investigation of the stability of "live" waste dumps. This work documents and consolidates the current state-of-the-art of the behaviour of such dumps. CANMET provided the incremental funding necessary for comprehensive data analysis of the complete monitoring records of the "live" dumps maintained by the seven B.C. producers.

Coal industry leaders recognize that new technology and tighter control will be an absolute necessity if the industry is to compete in the world energy market. Computer modelling and simulation are effective methods for improving productivity and reducing costs. A steady state computer model of truck/shovel operation was developed jointly with the National Research Council of Canada and tested using data from eight surface coal mines in western Canada. A contract to validate an event-based model of the bucket wheel excavator-conveyor-bin system was completed. A dragline model to calculate range diagrams and to optimize various dragline methods was tested using data from an operating mine. A joint cooperative project with industry to develop a computer model of the "Easi-miner" resulted in a first version of the model simulating production of the "Easi-Miner" and hauling equipment. A jointly-funded demonstration and evaluation of an integrated truck management system commenced with a western Canadian coal mining company.

The condition of mine haulage roads has a strong influence on the productivity of fleets and hence the operating cost of the mine. Determining the most economical expenditure on haul road construction and maintenance requires detailed knowledge of haul road rolling resistances. An instrumented trailer that can measure rolling resistances when towed by a 3/4 ton truck equipped with an automated data acquisition system has been designed and constructed.

Coal Preparation

As it emerges from the mine, raw coal contains clay, rock, pyrite, and debris in various quantities. Coal preparation removes these impurities or non-combustibles to produce a uniformly high quality fuel. One of the components of these impurities is sulphur, which reacts with oxygen during combustion to form a harmful pollutant. By removing the impurities, coal preparation plants improve the economic and environmental worth of the product and reduce its transportation costs. An industry technology review involving visits to twelve coal preparation plants identified those areas where CANMET could best assist industry.



CANMET's Surface Mining Laboratory's rolling resistance trailer in the field at a western Canadian surface coal mine

The national evaluation of coal preparation process control was complemented by an international evaluation of new developments in the countries which are at the forefront of process control R&D. In off-line process control, work on coal blending provided graphical and numerical techniques to determine the optimum separation cutpoints.

Recent decreases in coal prices have encouraged operators to search for means to improve recovery of fine coal and in turn reduce costs. CANMET evaluated the feasibility of using spirals to improve the recovery of fine coal. Several advantages to using the spiral were indicated. However, the study also showed that, for certain coals, using cyclones or combinations of cyclones and spirals can help achieve the optimum recovery depending on the washability of the fine particles.

Based on the experience gained in evaluating spirals, a project to recover coal from refuse samples from a western Canadian coal preparation plant was carried out. It was found that the addition of spirals could improve the recovery of fine coal and produce refuse with an acceptable ash content.

In conjunction with CANMET's program to characterize Canadian magnetite resources for optimum utilization in coal heavy medium processes, a research contract to determine magnetite losses, magnetite sources, characteristics and costs was completed.

The Canada/Federal Republic of Germany Memorandum of Understanding on coal slurry systems supports four areas of cooperative activities: dense coal slurry systems; coarse coal slurry; short distance pipelining; and design of slurry pipelines.

The success of cooperative multi-disciplinary research in solving practical industry problems has attracted considerable industrial as well as national and international recognition. During the fiscal year, cost recovery activities comprised such areas as oxidation and weathering of stockpiled coal and related effects on flotation/beneficiation/coking properties, low rank coal upgrading, char evaluation, characterization of pitches, oil sands tailings, pond emulsions, demulsifier identification, modification and testing, and characterization of heavy oil natural surfactants.

Coal oxidation impacts on many aspects of both coal benefication and utilization, including froth flotation, coking properties, and coal dustiness. Some techniques used in an ongoing study of coal weathering/oxidation and low rank coal upgrading include scanning electron microscopy, mercury porosimetry, surface area meaurements and gas sorption/desorption ($\triangle P$) studies. The $\triangle P$ instrument developed at CANMET has been commercialized.

CANMET's mobile dewatering plants provide direct assistance to industry and allow researchers to conduct experiments under actual plant operating conditions. The mobile plants were field-tested at one washing plant. Fine adjustments were made to the operation of the belt filter press and the process conditions were optimized. Areas for improvements which would enhance machine operation and reduce chemical consumption were identified. During the year, CANMET's mobile water treatment plant was used at one washery to optimize flocculent application and to improve the performance of the water treatment circuit. The washery has requested CANMET's assistance in full scale plant trials using the flocculent selected during trials with the mobile plant.

Coal Desulphurization

CANMET research efforts directed towards economically upgrading high sulphur coals included: dry magnetic beneficiation, deep cleaning by progressive grinding, flotation, magnetic separation, preconcentration of coarse sizes using novel rare-earth permanent magnetic rolls, selective biodepression of pyrite from coal, and column flotation after ultrafine grinding. The Cape Breton Development Corporation has stated that sulphur removal (pyrite) remains their most serious technical problem. If these technologies can be shown to be effective and economic, pilot plant testing will proceed in cooperation with CBDC.

MINERAL PROCESSING

CANMET carries out in-house investigations and contract studies in support of the needs of the Canadian minerals industry. The program is developed in close consultation with industry and with the provinces through Mineral Development Agreements. The program is implemented in cooperation with industrial R&D performers, private research companies, provincial research organizations, and universities.

Major projects are under way in the processing of metallic ores, and industrial minerals, in the development and testing of improved construction materials, especially concretes, and in the preparation and treatment of ceramic products, both traditional and advanced. These activities are supported by a range of mineralogical investigations, particularly aimed at process design and optimization. CANMET develops new or improved processes to economically extract metals from concentrates and to recover ore values normally lost to the waste stream. The methods used include leaching and other chemical processes.

CANMET also provides a certified reference materials service for commercial analytical quality control, consistency and safety.

Minerals Evaluation

Development of Canadian mineral resources (including various large tonnage, low grade and complex deposits of metallic minerals and known industrial mineral occurrences) requires detailed assessment of mineralogy, valuable element distribution, and probable liberation characteristics. During the year under review:

- A study of the occurrence and recovery of gold in the copper and cobalt-bearing mineralization of the Windy Craggy deposit, northwest British Columbia, was completed.
- Initial batch-scale metallurgical investigations of difficult-to-process ores of the Anvil type indicated resistance to fine grinding and poor recoveries.
- A study of the occurrence and nature of the platinum-group minerals associated with chromite contained in the lower part of the Chromatiferous Zone in the Bird River Sill, southeast Manitoba, was initiated. The platinum-group minerals – sulphides, arsenides, tellurides – occurred mostly as inclusions in the silicate minerals, not in chromite.
- A study of the effect of arsenic substitution in the sulphur site of the jar-

osite crystallographic cell upon silver losses into jarosites continued.

— Detailed mineralogical investigations commenced of selected gold ores.

Beneficiation: Metallic

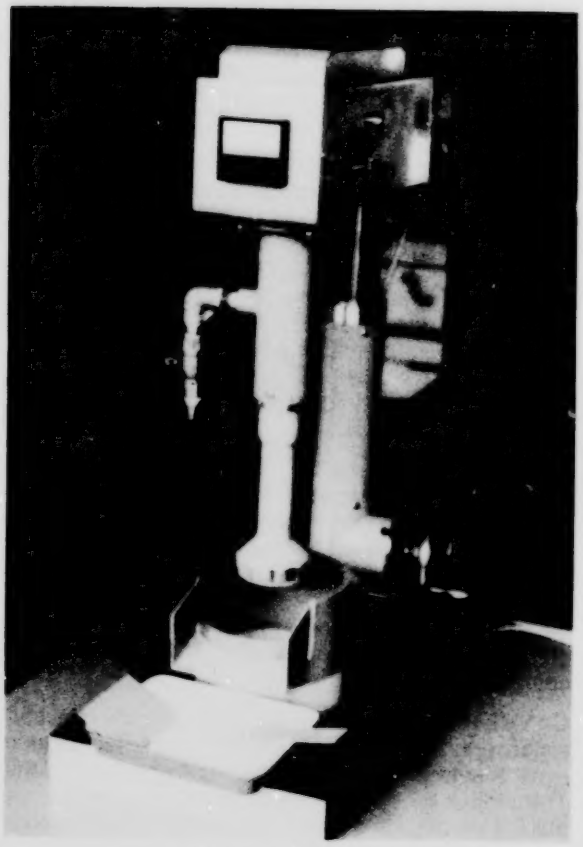
In ore dressing, usage of the Simulated Processing of Ore and Coal (SPOC) family of programs by Canadian industry increased dramatically following conversion of the software to the IBM PC system. The next generation of computer assisted mineral processing methods – expert systems – is now under development. Four projects are under way to develop and implement expert systems in Canadian mineral processing plants.

It has become increasingly apparent that the Canadian iron ore industry must improve efficiency, reduce energy costs and improve quality if it wishes to remain viable and competitive in today's buyer's market. During the year under review, experiments were completed with cold extruded pellets of Carol Lake iron ore concentrate using polymers and calcium carbonate as a plastisizer and binder. Thickener overflow water is used as make-up water in a concentrator, but, particularly during certain periods of the year, is of poor quality, creating problems throughout the circuits. After minerological examination, it was found that addition of ionic flocculants could enhance settling rates significantly and increase the amount of overflow water by up to 30 per cent.

Researchers continued to investigate methods to improve the recovery of fine mineral particles and to develop techniques to enhance tin reclamation from base metal sulphide flotation tailings. Tests were carried out on Kidd Creek, QIT – Fer et Titane Incorporated (QIT), and Rio Algom ores. In investigations to determine the fundamental properties affecting mineral liberation, it was found that the liberation of values from complex base metal ores can be inferred from the pyrite grain size distribution.

Beneficiation: Industrial Minerals

The industrial mineral sector spends more money on energy as a production input than any other industry, nearly four times the average for the manufacturing sector as a whole. In certain industries, such as cement, lime and gypsum, energy costs represent about one-half the production costs. Advances in energy conservation require improved equipment design, process modification, fuel switching, use of less energy intensive materials as supplements and the optimization of energy flows. All these require R&D to optimize processing conditions. CANMET's programs to investigate, at pilot-scale, the effect of grinding aids, use of high efficiency classifiers, various grinding mill/classifier configurations, etc. have indicated a potential 50 per cent reduction in unit energy consumption. The manufacture of cement is especially energy intensive. A project is being designed to evaluate energy savings attainable in a commercial cement plant by incorporating roller mills, high efficiency classifiers and on stream particle size analysis and control. In another program, the substitution of largely waste materials such as fly ash, condensed silica fume and ferrous and non-ferrous slags, for the cement in many concrete applications, is being investigated as a means of reducing costs. The development of perm roll high intensity magnetic separators resulted in spectacular improvement in CANMET's efforts to separate ash and pyrite from coal, clay from potash, and silica from iron ore.



Nagaham flotation cell

Laboratory studies undertaken in connection with the Canada/Nova Scotia Mineral Development Agreement on samples of barite from Scotsville, Lake Ainslie, Pine Brook and Brookfield, demonstrated good potential for the recovery of mud-grade barite by gravity separation methods coupled, in the case of the Brookfield sample, with wet magnetic separation. Wet processing of asbestos tailings has led to the development of low fines content fibres for plastics and asbestos applications.

Treatment: Ceramics

Throughout the world, interest is growing in the use of ceramic materials for functional and structural applications. Some of the functional applications are in sensors of various kinds, NDT transducers, batteries, ion pumps and fuel cells. Structural applications are based on toughened, wear- and corrosion-resistant, high-temperature and strength ceramics for uses such as ultra-high-temperature gas turbines, internal engine parts, heat exchangers, cutting tools and contact bearings. Characterization of beta/beta" -aluminas prepared containing Li^+ and Mg^{2+} stabilizer and beta/beta" -alumina toughened by zirconia is underway. Development of ultrasonic techniques to lower the detection of fine defects in ceramics continued under contract. For its work in transferring advanced ceramics technology to Canadian industry, CANMET was awarded the 1986 Silver Medal in the Canada Awards for Excellence. CANMET shares the award with Almax Industries and Queen's University for the successful transfer of know-how and expertise related to the composition, preparation, and processing of piezoelectric ceramics for use in thermoelectric generators and sodium-sulphur batteries. A system has been assembled for the electrical characterization of materials as a function of temperature and frequency; another system has been assembled for the dc transient response analysis of electrochemical cells.

Work on semiconductor materials for photoelectrochemical and catalytic processes continued.

The corrosion resistance of direct-, tar-, and resin-bonded and carbon-containing dolomite refractories in contact with slags, showed that all have good corrosion resistance in contact with basic slag at temperatures below 1700°C.

Treatment: Industrial Minerals

CANMET has produced a superplasticized concrete in which a much higher proportion of the portland cement has been replaced by fly ash than previously thought practicable. This concrete has had more than half its cement replaced by fly ash, yet it exhibits higher strength and higher modulus than control concrete. Another major advantage is that very large sections can be placed without internal cracks owing to thermally induced stresses, since it has a much lower heat of hydration. Replacing the cement with fly ash will help industry utilize a mineral waste product while reducing the cost of concrete by 15 to 20 per cent.

During the lifetime of structures, widespread detoriation results from the reaction of alkali in cements with certain types of silicas present in aggregates. Using a combination of in-house and contract work, CANMET is collecting information on the extent of the problem, identifying certain regional sources of aggregate which exhibit reactivity, and developing the use of supplementary cementing materials to control the above reactions.

The use of ground, granulated blast furnace slag from a northern Ontario plant (using technology developed by and under contract to CANMET) is saving millions of dollars per year as a replacement for cement in mine backfill applications.

Biotechnology

Biotechnology has been identified as one of the emerging technologies. There is ample evidence that biological species interact with mineral systems. The BIOMINET network has been instrumental in improving communications between the many disciplines related to this field. In-house research has been effective in identifying heterotropic bacteria which selectively leach nickel. Work in collaboration with contractors and industrial clients is showing significant advances in biosorption of metals, and biodestruction of hydrocarbons and cyanide. A process to recover selenium from a waste stream is being evaluated for its commercial use in the mining industry. The success at Denison Mines in bioleaching of uranium is being evaluated in terms of secondary recovery of zinc and copper in Manitoba.

The pitting resulting from the microbial oxidation of sphalerite. Mag 20 000X

Extraction: Common Metals

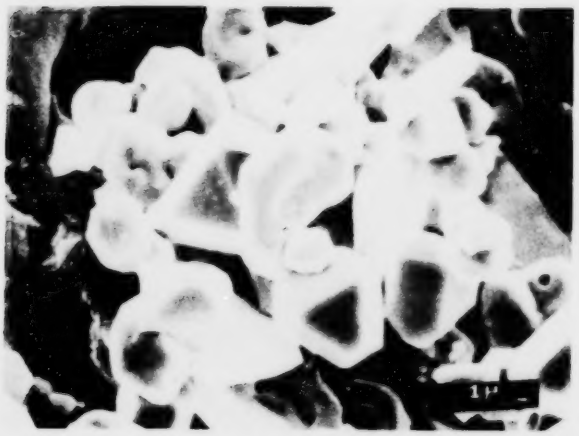
The high level of interest in gold has been reflected in ongoing research. A number of alternative pretreatment and leaching systems have been identified, tested, and compared to the cyanide process. The recovery of gold from solution using a new ion exchange system has yielded encouraging results. Work continued on perfecting the acidification-volatilization-reneutralization (AVR) approach, evaluating reverse osmosis, and assessing

ion exchange techniques as methods to recover cyanide from barren solutions. Activity on gold was extended into separation of platinum group metals.

The search for processes to improve metal recoveries and reduce the environmental impact in sulphide ore treatment has lead to the development of a ferric chloride leach technique. Significant improvements have been made in the cementation and solution purification stages of this process. These flowsheet changes may provide industry with an economical and attractive route to high recoveries from complex sulphide ore deposits.

Plasma technology has the potential, in many instances, to substitute electrical energy for fossil fuel energy. Plasma technology has been developed to the state where applications on an industrial scale are being considered, are planned, or are a reality. To assist in the development of applications, CANMET has accepted the lead agency role within the Federal government. Several shakedown trials have been conducted on a 100 kVA plasma reactor.

Electrochemical research has been instrumental in improving the control and efficiency of electrolytic process plants. A major cooperative study of copper refining has advanced the understanding of processes by the Canadian industry. A comprehensive study of aqueous and fused salt lead electrolysis was completed under contract.



High purity gold crystals

Extraction: Rarer Metals

The Canadian uranium industry is well established and prosperous. However, as new ores are discovered and environmental concerns increase, the limitations of the conventional sulphuric acid leaching process become more evident. CANMET's systematic review of the conventional process identified many areas where new technology could be applied using chloride metallurgy. Spinoff from this work has led to improvements in existing uranium technology and in the recovery of other rare earths, gallium, nickel, gold, and platinum group metals.

Standards and Specifications

Through the Canadian Certified Reference Materials Project (CCRMP), CANMET provides Canadian industry with compositional reference materials that are characteristic of samples at Canadian mining and metallurgical sites. Revenue from the sale of CCRMP products increased approximately 10 per cent last year. Three gold ores, two vegetative materials for radionuclides and a uranium ore were certified and offered for sale. Certification of a uranium concentrate (yellowcake), a copper concentrate, a suite of seven zinc-aluminum alloys, and a rare earth britholite are under way. CCRMP facilities continued to serve as a resource centre for reference material preparation for four projects by industry and other agencies.

Research in and development of analytical methods continued. One example is the application of high-performance liquid chromatography to the determination of rare earths in steels, alloys and advanced materials, and of low molecular weight organic acids and of inorganic anions for the characterization of environmental samples. An analytical manual, *Assay Methods Used in CANMET for the Determination of Precious Metals*, was issued.

Participation continued in international committee work for the International Standards Organization (ISO), the American Society for Testing Materials and the International Atomic Energy Agency. Examples of such participation are:

- ISO/REMCO, Council Committee on Reference Materials;
- ISO/Technical Committee 102 on Iron Ore Standards; and
- ISO/Technical Committee 183 for Standard Methods for the Chemical Analysis of Copper, Lead, and Zinc.

An International Conference on Fly Ash, in Madrid, and an International Workshop on Concrete for Offshore Structures, in St. John's, Newfoundland, were successful.

By-Product Recovery

Canadian zinc ores contain a considerable amount of silver. However, an estimated $13 million in silver is lost annually. CANMET, in cooperation with industry, is studying the mechanisms by which silver is lost and is investigating and evaluating technological changes to improve its recovery.

Most concentrates of copper, nickel, and lead sulphide ores are treated by pyrometallurgical smelting. Many of the concentrates sent for smelting contain minor amounts of valuable metals (for example cobalt, precious metals, molybdenum and zinc, some of which may be lost to the slag). Methods for decreasing such losses or recovering metals from the slag before it is discarded would help conserve Canadian mineral resources. Pyrometallurgical research at CANMET has shown that using a high iron sulphide matte has potential for improving non-ferrous slag cleaning and increasing revenues for Canadian smelters.

Environmental Controls

Increased interest in effective tailings management and abandonment technologies has strengthened the level of cooperation between industry and the research community. Work continued on more fully elucidating the physical, chemical and biological mechanisms in acid drainage production. Cover materials including deep water proved effective in reducing acidic drainage.

Under the Reactive Acid Tailings (RATS) program, hydrogeochemical investigations of highly reactive acid tailings are being conducted at the Waite Amulet tailing site near Noranda, Quebec.

FUELS TECHNOLOGY

Synthetic fuels produced from Canadian low-grade energy resources such as coal, bitumen, heavy oils and refinery residues are gaining increasing importance as world reserves of conventional crude diminish. During 1986-87, CANMET continued its lead role in R&D activities related to the production of synthetic fuels suitable for transportation and residential heating. These in-house activities were complemented by cooperative projects with industry, universities, provincial agencies and the U.S. Department of Energy.

In 1986-87, CANMET's reputation was enhanced as a centre of expertise for the primary and secondary upgrading of Canada's hydrocarbon resources. Research activities focussed on developing improved processes for the production of liquid fuels, particularly technologies showing promise for commercial application in Canada. Primary conversion concentrated on developing catalysts for upgrading bitumen, heavy oil, coal, coal/oil mixtures, natural gas, and their by-products and residues to suitable feedstocks for refinery operations. Secondary upgrading studies involved the design and evaluation of catalysts for the production of specification transportation fuels from both conventional and advanced primary conversion processes. These activities were complemented by shared cost and collaborative research with industry. Also, fundamental studies, carried out in concert with universities, were expedited by the commisioning of several advanced facilities for hydrocarbon processing and catalyst characterization.

Recovery of Bitumen and Heavy Oils

One of the world's largest oil sands deposits, the Athabasca reservoir, constitutes 75 per cent of the oil sands reserves in Alberta. CANMET is contributing to the development of new technologies for bitumen recovery (i.e. extraction from mined oil sands and in situ production) by supporting, under a Canada/United States Memorandum of Understanding, contracts to develop a program to study the use of non-condensible gas additives with steam for recovery of both bitumen and heavy oil. CANMET is also cooperating with the Alberta Oil Sands Technology Research Authority (AOSTRA) and industry in the development and field trials of novel concepts of horizontal well in situ steam recovery technology at the AOSTRA Underground Test Facility in the Fort McMurray area of the Athabasca deposit. This three-year pre-pilot program utilizing horizontal wells should also be of particular relevance to in situ recovery from the thin heavy oil reservoirs of Saskatchewan. Horizontal wells may be the only way to achieve major commercial in situ recovery from the Athabasca deposit or marginal heavy oil reservoirs as only seven per cent of the Athabasca reservoir is potentially amenable to surface mining.

CANMET also contributes to research conducted or subcontracted by the Petroleum Division of Saskatchewan Research Council (SRC). This contribution, via the Management Committee of the Saskatchewan Heavy Oil Fossil Fuel Agreement, includes consultation, scientific and technical advice, evaluation and direction for research conducted or subcontracted by the Petroleum Division of the SRC. CANMET provided similar support to contracts by Saskatchewan Energy and Mines, to industry, to research and to field testing demonstration programs.

Bitumen/Oil Emulsions, Effluent Waters and Tailings

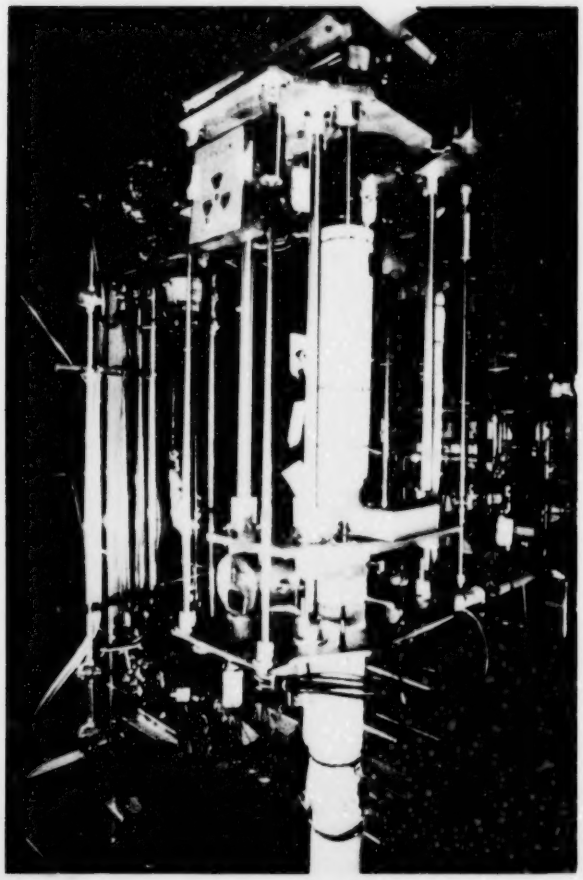
CANMET is prepared to assist in the development of the vast mineable Athabasca oil sands through participation with AOSTRA and industry in advanced technologies to extract and possibly to partially upgrade bitumen from the mined oil sands. Because of the present slump in the world price of oil, negotiations to attract industrial participation in these technologies were not successful. However, CANMET is continuing smaller-scale projects to utilize this technology to extract bitumen from sludges, residues, and oily wastes.

A review of laboratory programs in bitumen/oil emulsion characterization provided opportunities to develop collaborative research programs with industrial enterprises. These programs are continuing through joint laboratory and plant activities in which CANMET staff provide the scientific expertise and company engineers the operational skills and experience. Based on results of an in-house fundamental study, a long outstanding

problem associated with monitoring the quality of bitumen processing streams was resolved. This permits on-line monitoring and drastically reduces the time required for off-line analysis compared to existing practice. Potential benefits include hundreds of thousands of dollars saved in time and cost of sampling and analysis, and improvement in plant operation. The feasibility of using novel techniques to separate water and bitumen emulsions has been proven on laboratory and bench scales. Industry is now planning to test this technology using CANMET's pilot scale facilities. This method has the potential to fundamentally change existing practice and may result in millions of dollars saved in the cost of bitumen processing.

Upgrading Bitumen, Heavy Oils and Residuals

Fundamental research has enhanced CANMET's expertise in slurry hydrocracking. A novel dual-energy densitometer, developed jointly with Atomic Energy of Canada, Limited (AECL), rapidly determines ash levels.



A view of CANMET's hydrocracking pilot plant No. 1 with the travelling gamma densitometer in place

This instrument has considerable potential for commercial application in the petroleum industry. The CANMET Hydrocracking Demonstration Plant in Petro-Canada's Montreal refinery continued operations, achieving high conversions at design throughputs. CANMET supported the demonstration activities by troubleshooting operating problems and monitoring reactor performance. This included advising and assisting Petro-Canada on reactor behaviour, hydrodynamics of multiphase flow, solids microscopy, analysis and sampling. CANMET's advances in simplifying additive preparation, made the process more commercially attractive.

Several significant outputs were achieved in primary processing. The optimal catalyst pore-size diameter was identified for viscosity reduction of bitumen and heavy oil to meet pipeline specifications. A fluidized bed technique employing a microbalance reactor was developed to investigate the catalytic pyrolysis of refractory pitches to produce saleable liquids. Viscosity changes in the hydrocracked product and the relative activities for asphaltene conversion and hydro-desulphurization (HDS) were found to correlate with pore diameters in the 3 to 200 nm range.

Work supported by CANMET will provide a database for designing catalysts which retain their activities over longer periods. The catalysts are used for upgrading bitumen to transportation and other fuels. Work on catalytic hydrocracking of heavy oils in a layered fixed bed will provide experimental evaluation of a new approach to primary upgrading and will add fundamental information on microwave enhancement of catalytic hydrogenation and hydro-desulphurization.

Upgrading of Synthetic Crude Distillates and Utilization of Residues

Advanced primary upgrading processes are expected to increase the supply of synthetic crudes. Industry thus requires improved catalytic processes and separation techniques to produce transportation fuels from these crudes.

A techno-economic feasibility study was initiated of a low-severity process to produce specification fuel from synthetic crude middle distillate, to determine near commercial applications of the technology. Research was expanded to include the production of specification jet fuel from synthetic crude middle distillate. The objective of this aspect of the program is to develop catalysts which will selectively convert fuel components which could pose problems of soot formation in jet turbines. Progress on these studies was substantially augmented by the commissioning of an automated micro-reactor which allows hydroprocessing studies on small quantities of liquids for extensive times on stream and the development of advanced surface spectroscopic capabilities which permit in situ catalyst testing and characterization. New concepts for upgrading synthetic

crudes, such as polymer supports and metal cluster hydrotreating catalysts, were explored.

Work continued in-house and by contract on developing thin film Co-Mo-Al oxides supported on Al metal for use as hydro-desulphurization (HDS) catalysts. The HDS activity of the thin films greatly exceeds commercial catalysts per square metre of surface area. This technology has the potential to produce catalysts with significantly improved activity for removing sulphur from light petroleum feedstocks.

Work continued on the use of a microactivity test unit to experimentally evaluate and predict the performance of synthetic crude gas oils versus conventional gas oils for fluid catalytic cracking operations in Canadian refineries. The data from these experiments will be used to identify and correct problems which may be encountered in refining synthetic gas oils.

Conversion of Natural Gas to Liquid Fuels

During 1986-87, the emphasis of CANMET's natural gas to liquid fuels conversion program was shifted to the investigation of direct conversion routes, which are expected to be more efficient than indirect ones. A review of existing and potential conversion routes is in progress and forms part of a program to evaluate their suitability for Canada. One area with great potential is the conversion of natural gas using plasmas generated with renewable off-peak electricity. This technology could have a substantial economic impact and may be feasible for provinces having hydroelectric power such as Quebec, Manitoba, Newfoundland, and British Columbia. As plasma technologies are ideal for producing petrochemicals from natural gas, the potential for spinoff technologies is high. The primary objective of the research on plasma conversion of natural gas is the production of premium fuels such as high cetane diesel or high octane gasoline.

Other studies are being carried out in-house and under contract on the catalytic conversion of methane to premium fuels. The objective is to develop technologies that could be integrated into existing plants. Blending stocks produced would help the refiner of both conventional and synthetic crudes to meet specifications. These technologies would add flexibility in the plant and would help refiners to remain competitive while using available Canadian resources.

The experimental research programs were complemented by discussions with various private-sector organizations concerning the establishment of cooperative research programs. Negotiations were opened with the Gas Research Institute concerning CANMET's participation in a cofunding agreement involving several international participants. Since the total program value is worth more than $1.25 million per year, CANMET's $50,000 contribution will provide a high leverage ratio.

Negotiations were opened with various Canadian companies to establish a consortium to finance and manage research on the development of natural gas conversion technologies. This consortium would provide leverage to each participant and would bring together developers, financiers and end users of these technologies, thus increasing the chance for commercial success while facilitating technology transfer.

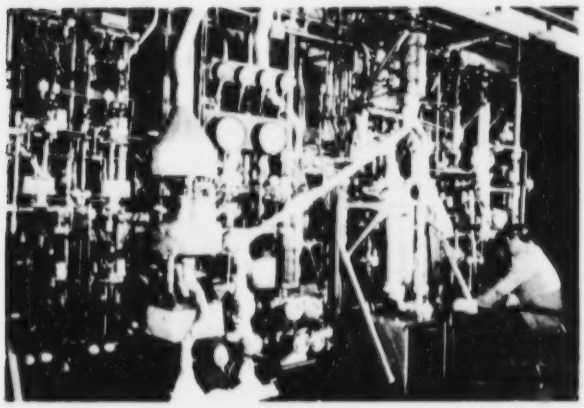
Coprocessing and Coal Conversion

In eastern Canada, the combination of Maritime bituminous coals with conventional crude residues or imported heavy oils offers potential for coprocessing (the simultaneous processing of slurries of coal and vacuum bottoms heavy oils) applications. In western Canada, the process allows upgrading of low-rank plains coals with indigenous tar sands residues or heavy oils. CANMET has initiated a program to develop a potentially marketable Canadian process. During the year under review:

- The performance of eastern Canadian high-volatile bituminous coal when coprocessed with bitumen heavy oil was examined. The thermo-physical properties of the bituminous coking coals made them more difficult to process than western Canadian subbituminous coals.
- A techno-economic study comparing CANMET hydrocracking with coprocessing showed that coprocessing was always slightly less economical.
- Coprocessing was studied using two different catalysts in a well-mixed reactor. Compared to catalysts supported on alumina, a series of bimetallic catalysts based on hydrous titanates improved oil yield, coal conversion, and hetroatom removal.
- Other factors studied included the effect of solvent coal combination on process performance and yield, the effect of coal concentration on product distribution, the effect of temperature distribution in a single stage coprocessing reactor, rheology of coprocessing fluids, thermodynamic properties of coprocessing distillates, and the effect of additive level and distribution.

Novel or advanced coal liquefaction approaches are being investigated through fully-funded and shared-cost contracts. Modified direct coal liquefaction technology and advanced pyrolysis processes could reduce synthetic fuel costs and meet future Canadian energy needs. Under the Canada/Japan Science and Tech-

nology Consultation Agreement, a large number of Canadian coals have been tested. The test results for five low-rank coals were presented at a Canada/Japan joint technical meeting in Japan.



CANMET's continuous flow coprocessing unit

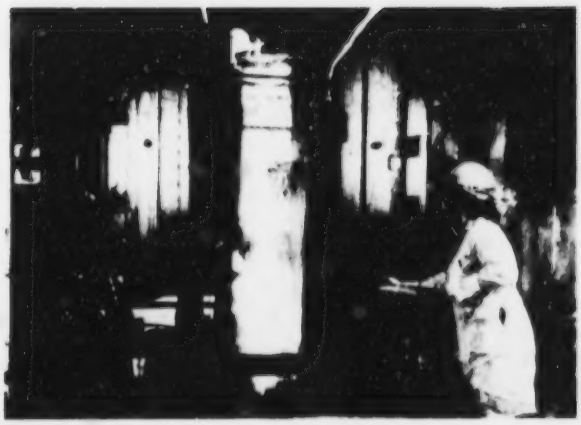
Gasification

Throughout the world, gasification processes are being considered as candidates for the clean use of coal. CANMET research in this area focusses on evaluation and optimization of technologies which can accommodate low-grade and non-reactive fuels and reduce emissions of deleterious species including acid rain precursors and particulates. In cooperation with industry CANMET has been participating in demonstration trials to evaluate western Canadian low rank coals for power generation via integrated gasification-combined cycle. The removal of acidic components from the gasification products at high temperatures would significantly improve the thermal efficiency of the combined cycle power generation process. Several low cost waste solids from metallurgical and aluminum industries have been successfully tested for their ability to remove acidic components at high temperatures.

Entrained bed gasification reactors are part of the integrated gasification combined-cycle commercial process which produces electricity from coal with very low acidic emissions. The detailed design of a bench scale entrained bed gasification unit has been completed. This system will be used to characterize non-reactive feedstocks under conditions used in the most advanced gasification processes. As part of this project the evaluation continued of gasification reactivities of Canadian coals.

Carbonization

Canadian exports of metallurgical coal depend significantly on CANMET's internationally-recognized test facilities while conventional international test methods for assessing and predicting coking characteristics underestimate the quality of western Canadian coals. These facilities are operated cooperatively with industry through the Canadian Carbonization Research Association. CANMET's facilities are also used to improve the coking quality of lower grade coals, and to formulate blends of Canadian coals, thus extending resources.



Metallurgical coke produced in CANMET's 310-mm-wide pilot scale oven

Many blast furnace operators are now recognizing the CSR (coke strength after reaction) test results rather than the ambient temperature coke strength tests (e.g. ASTM stability) as the best method for determining coke quality. Tests with cokes having the same ASTM stability show that CSR properties vary considerably. Differences in indices were found to be related mainly to the basic components in the coke ash. High CSR values of most Canadian coals should be advantageous in marketing them.

Results from carbonizing a typical blend from a Canadian steel company at different coking rates and times, indicated that cokes having higher CSR indices were produced by faster coking rates to 900°C at the centre of the oven and by extending gross coking times to produce higher temperature coke.

Sampling by means of cages in a coke oven battery indicated that the coal in the bottom of the oven carbonized faster than that at the top, resulting in cokes with higher densities and strength. Sole (bottom) heated oven experiments on coal blends indicated that the apparent specific gravity of coke is primarily a function of the load under which it is produced. Canada's steelmakers have used the results of this study to decrease temperature differences along the height of their coke oven flues to improve coke quality and coking pressures.

Combustion

In Canada and internationally, the use of liquid fuels in utility and industrial processes is declining. CANMET's coal combustion research program reflects the increasing importance of coal in our domestic energy requirements and also supports Canadian coal exporters in their drive to secure a reasonable share of the world market. An industry/government collaborative program has been established in which the utilities and coal suppliers participate, while CANMET's in-house program has been established to increase fundamental knowledge and provide expertise in coal combustion.

Pulverized Coal Combustion

Industry needs reliable data on the combustion characteristics and performance of coals from new deposits or from mines which have been inactive for many years. To address the demand for data on the combustion performance of coals, CANMET initiated a comprehensive collaborative program with industry.

CANMET's conventional coal combustion research encompasses studies of combustion performance, heat transfer, and emission characteristics of Canadian coals and coal rejects for conventional power generation and industrial use, both in Canada and in support of the export market.

During 1986-87, twenty-five coal burns were performed in CANMET's pilot-scale utility boiler on behalf of a Canadian coal company, the IEA, and as part of an in-house program. The heat transfer characteristics of coals were investigated using CANMET's tunnel furnace and then compared with fuel oil burned under similar aerodynamic conditions. Results obtained from firing with No. 2 and No. 6 fuel oil will aid in the experimental development of a pilot-scale burner swirl generator, which could be used to fire a coal-water fuel in the pilot-scale utility boiler and provide industry with reliable data on coal-water fuel combustion characteristics.

Fluidized-Bed Combustion (FBC)

In Canada, fluidized-bed combustion could potentially be used to generate electricity and process steam from high sulphur coal. Additional applications include co-firing of coal and wood waste in the forest products industry, utilization of coal washery rejects and unreactive fuels, incineration of various organic wastes and combustion of liquid or solid residues from oil sands heavy oil upgraders.

The wide range of coals available in Canada, which may ultimately find application in FBC systems, makes it highly desirable to be able to obtain quickly and economically some measure of their relative reactivity and combustion performance. Accordingly, CANMET developed a bench-scale FBC and an empirical procedure for ranking the reactivity of coals and other fuels. Reactivity tests have been conducted on four samples of eastern Canadian coals and on an oxidized coal.

CANMET's bubbling bed fluidized bed combustor was used to explore the combustion of heavy liquid fuels such as pitch residues from heavy oil upgrading. Baseline combustion performance data were obtained using residual oil, and combustion trials with Athabasca bitumen were carried out. A contractor continued fundamental studies of the combustion of large particles. A three-dimensional model of atmospheric FBC (AFBC) was developed. Pilot-scale research and mathematical modelling showed that coals of similar rank can burn according to substantially different mechanisms.

Although circulating FBC is perceived to be the most promising technology for utilizing residues such as coke and pitch from the upgrading of tar sands and heavy oils, the high concentrations of alkali and vanadium contained in these materials may cause boiler tube corrosion. Pilot-scale tests performed under contract showed that a circulating FBC can burn Syncrude coke with combustion efficiencies of 98 to 99 per cent, that 90 per cent sulphur capture is possible using Fort McMurray limestone at a Ca S ratio of 1.7, and that potentially corrosive vanadium and nickel in the coke are, for the most part, trapped in the solid residues.

CANMET is a member of the Management Committee and chairs the Technical Committee which is responsible for the construction of a 22 MWe circulating FBC utility boiler at the Chatham generating station of the New Brunswick Power Commission. This demonstration project is partially funded by EMR's Coal Division, Mineral Policy Sector. Besides being the largest FBC boiler to be built in Canada, and the first to operate at the high steam pressure and temperature conditions required of utility boilers, this unit will be unique in that it will be co-fired with New Brunswick high sulphur coal and oil shale. This will be the first industrially-sized circulating boiler to be built in Canada.

New Coal-Based Fuels

The clean use of coal for electricity generation and process steam has been designated as a high priority for combustion research, development and demonstration in both Canada and the United States because of a mutual interest in reducing transboundary flows of industrial stack gases. In addition, European concerns regarding the long-distance transport of acid rain have resulted in collaborative projects to suppress both SOx and NOx emissions from pulverized coal-fired boilers under two International Energy Agency agreements. The use of coals to replace premium fuels such as gas and oil has been inhibited by the inconvenience of handling solid fuels and by the attendant environmental implications. The development and commercialization of fuels made from coal-liquid mixtures, involves easy and economical coal handling and minimal environmental impact.

Canadian industry, which accounts for less than 15 per cent of the total United States/Canada acid rain inventory, is actively pursuing economical and technically reliable technology options for burning coal cleanly in existing combustion facilities. The use of retrofit technology, although more difficult to apply than newly-designed systems, will impact immediately and positively on long-term targets for controlling deleterious emissions and for disposal of the neutralized products.

A study, carried out under contract, demonstrated that coal-water fuel (CWF) ash deposits on heat transfer surfaces were benign and could be removed by soot blowing with no long-term detrimental effects on heat transfer or erosion of the surfaces. The project was funded by the Canada/Nova Scotia Oil Substitution Agreement with technical direction from CANMET and the Nova Scotia Power Corporation. The atomization characteristics of CWF and the performance of generic CWF atomizers were evaluated under the same agreement by a contractor.

Pollution Abatement Technology

Two novel staged-pulverized-coal burners installed at the central heating plant of Canadian Forces Base Gagetown (NB) were modified to improve their combustion performance. The performance of the retrofitted burners is now comparable to that of conventional burners but has the added advantage of a higher boiler efficiency with significantly reduced emissions of SOx and NOx.

The slagging burner concept is being strongly promoted by a western Canadian utility which is heading a consortium to develop and demonstrate application of the Rockwell burner for utility boilers. CANMET provided substantial scientific support in assessing research results to evaluate NOx/SOx reduction using this slagging burner with both low-sulphur, high-alkali western coals and high-sulphur, low-alkali eastern coals.

CANMET also co-funded a full-scale demonstration of in-furnace NOx and SOx reduction in a lignite-fired 150 MWe boiler at Boundary Dam Generating Station. Other participants were Saskatchewan Power Corporation, EMR Coal Division, CE Canada Limited, Canadian Electrical Association and the Saskatchewan Heavy Oil and Lignite Agreement.

Conservation: Residential, Commercial and Industrial

To reduce the consumption of fuels for space and service water heating, CANMET has directed research efforts towards improving combustion technology and optimizing operating conditions while recognizing the need for safe operating conditions and minimal impingement on the environment.

A retrofit furnace developed by CANMET and Clare Brothers is 20 to 30 per cent more efficient as well as being safer than existing unmodified gas furnaces. Clare Brothers has placed the unit on the market in both Canada and the United States.

CANMET support of a limited number of specific studies of retrofit combustion systems in a variety of industrial sectors and regions of Canada will allow the performers to fully document their capability for energy conservation. This will enable them to offer such service subsequently and privately to industry in general. Other activities include advanced systems to condense flue gas products in industrial processes, to gain latent heat energy and increase efficiency.

Biomass Combustion

Since 1980 CANMET has provided substantial scientific support to federal and private sector programs related to the combustion of biomass in industrial boilers and processes. This support has included the evaluation of proposals, advice on new intiatives, the formulation of project tasks, and the management of contracts.

Wood stoves have been shown to be an efficient and often cheap way to heat a house. However, significant amounts of incomplete combustion products can often be generated, resulting in a potential fire hazard if these products are deposited in the chimney in the form of creosote, or in severe air pollution problems in areas of poor fumigation. CANMET research is directed toward changing the design of these appliances to improve combustion performance and to generate techniques by which it can be effectively measured.

METALS AND MATERIALS

In many ways, the results of CANMET research have gone towards enhancing Canada's capability to produce and fabricate metals and materials into competitive, reliable, and safe products.

Operation of CANMET's mobile foundry laboratory was transferred to the Association of Provincial Research Organizations to continue, with the support of the National Research Council's Industrial Research Assistance Program (NRC/IRAP), the on-site productivity improvement campaign which during the past two years CANMET successfully pioneered across the country.

Acting on evidence that the cutting and drilling performance of hard metals used in the mining industry could be significantly improved, CANMET is funding an industrial research contract. It is anticipated that technological advances in this area could lead to the production in Canada of cutting materials which are now imported.

Casting Processes

In its program on casting technology, CANMET operates an experimental foundry equipped to produce cast

metals and alloys by a variety of commercial methods, and develops improved processes and quality control techniques for Canada's $1.2 billion foundry industry.

During the year under review, the CANMETCOAT process for producing surface modified castings was transferred to a commercial foundry to enable it to supply digger tooth castings to Syncrude. Initial field trials have shown an increase in life of CANMETCOAT teeth over the conventionally hard-faced product. In other process developments, CANMET's low pressure disposable mould casting technique was successfully demonstrated to a number of potential clients in the automotive industry. The emphasis was specifically on aluminum alloy parts. Continued development work has resulted in procedures for casting commercial shapes in copper-base alloys and cast iron. CANMET's electro-slag casting facility, one of the few such units in North America, was used to produce ultra-low sulphur steel melting stock for industry-driven projects on near net shape production technology and line pipe steel evaluation. At the request of the U.S. Department of Energy, a number of nickel-aluminide electro-slag cast billets were produced with modified compositions and structures yielding very high levels of cold formability.

In a cooperative program with Ontario Hydro on the costs of electric furnace melting of cast iron, investigations at six Ontario foundries resulted in the identification of operational changes offering savings of up to $25 per ton. The scope of this study will be repeated in Quebec with the cooperation of the Centre de recherche industrielle du Québec and Hydro Québec. The general assessment methodology has been transferred to computer software as one item in a range of quality and cost control computer programs being made available by CANMET to the Canadian foundry industry.

As mentioned above, the Mobile Foundry Laboratory is now operated under CANMET supervision by provincial research organizations across Canada. This successful mode of technology transfer was complemented by regional workshops for foundaries in Quebec, Manitoba, Alberta, and British Columbia on the "Gating and Risering of Castings".

Metal-Working Technologies

CANMET metal working research is directed towards improving Canadian capability and competitiveness in industrial production of flat-rolled and shaped steels, non-ferrous products and advanced metallic and composite materials.

Research in rolling processing technology is focussed to give steel plate, strip and bar producers an insight into development and control of rolling processes. Accomplishments in the past year include:

- Adapting mathematical models and evaluating them for force, torque and grain refinement predictions in rolling processing of plain carbon and microalloyed steels. The results are of potential use in on-line control of rolling pass reduction and prediction of metallurgical behaviour of the rolled product.
- Initiation of experimental process development for high strength, notch-tough, weldable plates using the pilot-scale on-line accelerated cooling (OLAC) system. The system is being applied initially to demonstrate the potential benefits of the OLAC technology to Canadian steel producers.
- Simulation of hot-strip rolling of plain carbon and microalloyed steels successfully both in cam plastometer and in pilot-reversing mill tests. This capability was developed in preparation for a new industry-cooperative project on modelling of a Canadian hot-strip mill, and for new cost-recovery projects requiring flow stress data for hot-strip processes. A committee of the American Iron and Steel Institute has selected the CANMET cam plastometer, on a cost-recovery basis, for its development of base flow stress data for steel bar and strip rolling process control.

The CANMET pilot-scale rolling mill was used to process experimental steels for other developmental projects on automotive, rail, marine and energy recovery projects, and steel billets for share-funded industrial developments of automotive spring and tire-bead wire steels.

Research in the formability and processing of sheet steels included completion of the study on the influence of the thermal cycle in a Sendzimir galvanizing line on the properties of aluminum-killed drawing-quality (AKDQ) steel. High coiling temperatures following the recrystallization thermal cycle produced good drawability. The results solve problems identified by the Canadian steel sheet producers. Tests of six different grades of steel sheet supplied by the Canadian producers validated a computer program developed to determine r-values from sheet tensile tests for in-plant quality control of formability. Completed contract research identified the frictional effects of the galvanized coating of steel sheet on forming behaviour. The final report has been issued to the galvanized sheet producers.

In near net shape forming research, development of the thermal- mechanical-coupled finite element code was advanced to be capable of modelling plastic flow and heat transfer in hot-rolling processes. Proposed applications of the code are directed initially toward analyses of

process improvements required in an industrial hot-strip mill and in an industrial Steckel mill. In a contracted study of new forgeability criteria, the fiducial grating method of microstrain measurement was found effective for analysis of internal crack formation in forgeability tests. The new criteria will be useful for defining the limiting conditions for industrial forging processes. CANMET organized and held an international symposium on "Computer modelling of fabrication processes and constitutive behaviour of metals".

Existing facilities are being modified to compact and extrude experimental quantities of materials such as rapidly solidified alloys and metal-matrix composites. This fabrication capability will be integrated with industry-related projects on advanced materials development.

Welding Technology

CANMET's welding technology program is directed toward those Canadian industries and Federal government departments concerned with the fabrication and safe operation of welded engineering structures such as pressure vessels, offshore structures, and pipelines.

CANMET organized a shared-cost national program to develop the technology needed for the prevention of disbonding of the stainless steel weld overlay in petrochemical reactor vessels. Twelve organizations from industry, research institutes, and universities are involved in this cooperative venture. The experimental part of Phase I has identified cooling rate from operational temperature as the significant factor in disbonding.

Welding procedures are being evaluated and the strength and notch toughness properties of steel weldments for Arctic ships and naval submarines are being documented for regulatory purposes. In the past year most of the work has been concerned with an evaluation of the weldability of various high-strength steel weldments for submarine fabrication. This work, which is partially funded by the Department of National Defence, directly supports Canada's program for the acquisition of a submarine fleet.

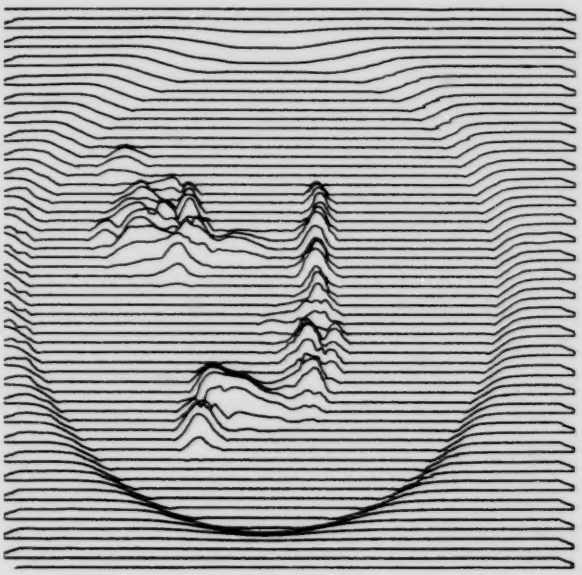
CANMET's program to relate the crack-tip opening displacement (CTOD) properties and the Charpy V Notch (CVN) fracture properties of welds made from flux-cored, shielded-metal-arc and submerged-arc processes has been completed. Data gathered will assist steel suppliers and fabricators to qualify their products for regulatory specifications which require a minimum level of crack initiation toughness. In related work, an industrial task force has steered work on the development of weld consumables with fracture toughness characteristics appropriate to Arctic design temperatures. This contract research is targetted to simultaneously provide the Canadian Coast Guard, Canada Oil and Gas Lands Administration, and Canadian Standards Association with relevant toughness data; and to enable Canadian consumables manufacturers to develop products for use in this country.

In the area of modelling, a cooperative program with steelmakers has detailed the high temperature ductility of continuous cast grades, assisting the producers in relating defect incidence to high temperature properties. Emperical equations have been published relating operational welding parameters for submerged- and gas-metal-arc processes to penetration, bead size, and melting rate.

Finally, procedures have been developed in-house for welding thick section 2-25 Cr/Mo steel by narrow gap submerged-arc technology. The data and technologies are being transferred, through contract work, to energy companies involved in the design and fabrication of high temperature reactor vessels.

Nondestructive Testing (NDT)

In Canada, a national concern for public safety has been reflected in a strong growth in nondestructive testing. This results from the need for structural integrity of engineering structures, product quality and liability, conservation of resources, and increasing productivity. CANMET's NDT activities encompass both the administration of a national program to certify NDT personnel in Canada and the development of NDT technology.



An ultrasonic image showing hydrogen disbonding in a weld overlay surface layer of a petrochemical reactor vessel

Thrusts in the development of NDT technology were defect detection and characterization, on-line process monitoring, and materials property assessment. Work continued in the area of ultrasonic inspection and characterization using optical methods. This technology will enable samples to be inspected at elevated temperatures and will be amenable to the inspection of awkward shapes. Ongoing work aims at making the technology sufficiently sensitive for laboratory and industrial applications. Two receiver systems are being developed, one based on heterodyning and the other on the confocal Fabry-Perot interferometer. Technology transfer and commercialization of these two technologies will be pursued by a Canadian company.

Microstructures and Properties of Engineering Materials

Materials technology is undergoing momentous change. Traditional materials such as steel and nonferrous alloys now compete with non-metallic materials, notably polymers, and with each other.

To meet increasing property requirements, advanced alloy-design concepts are being exploited in microalloyed steels, aluminum-lithium alloys, and spinodally-hardened copper alloys. Equally significant is the extensive development of "engineered materials" which are a synthesis of metallic and non-metallic components, produced by novel processes. These materials achieve properties which exceed those of traditional ones. Examples are rapidly solidified materials, surface-engineered alloys, composite materials, and advanced structural ceramics.

Melt-spun iron-neodymium-boron alloys have exceptionally high magnetic field strengths and are candidate materials for compact permanent magnets suitable for space vehicles, robots and small engines. Melt-spun flakes of these alloys were prepared and their magnetic properties characterized. During the year under review, amorphous coatings were produced which are expected to exhibit exceptional corrosion resistance. In collaboration with the University of Waterloo, the production and properties of composites reinforced with metallic glass ribbons were investigated. In collaboration with the Department of National Defence, enhanced solid solubility of iron in melt-spun Fe-Al bronzes and their superior corrosion resistance compared with conventionally-processed materials has been demonstrated. Research carried out in conjunction with Noranda and the National Research Council showed that rapid solidification eliminates macrosegregation and significantly reduces microsegregation in Cu-Ni-Sn strip produced by direct casting.

Research on inclusion-engineered steels has emphasized the control of inclusions in medium-carbon steels to improve their machinability.

Corrosion and Erosion

In cooperation with the private sector, CANMET has developed methodologies for analyzing, preventing, controlling, monitoring, and evaluating degradation by corrosion and erosion. During the year under review:

- Nineteen linepipe steels supplied by several companies were evaluated for resistance to hydrogen-induced damage. This project was 50-50 share-funded with the Canadian Standards Association Sour Service Task Force.
- The cracking susceptibility of welds of electro-resistant welded linepipes were investigated. Cracking was not observed.
- The relative performance of ferritic and austenitic alloys used for in-bed combusters burning high-sulphur coal in a fluidized-bed pilot-plant operated by Nova Scotia Power Corporation were determined in different temperature ranges. T91 was the only ferritic alloy to exhibit promising performance and then only at temperatures below 550°C. Types 304H, 310 and 347H stainless steels were acceptable in most regions of the combuster at temperatures up to 700°C. Samples located closer to the top of the combuster exhibited higher erosion rates.
- In a study conducted in cooperation with the Canadian Coast Guard, data related specifically to weld repair confirmed that a number of shielded metal-arc-welding consumables can be chosen to minimize or eliminate weld-metal corrosion, whereas the problem of heat-affected-zone attack can best be controlled through modification of the steel plate chemistry.
- The evaluation of corrosion properties of iron-aluminum bronzes demonstrated a significant improvement in the corrosion rate of rapidly solidified alloys containing 3 to 8 weight per cent Fe.
- Research was carried out under contract to determine the effectiveness of ion implantation and ion-beam mixing techniques to improve the high-temperature oxidation resistance of Fe-based alloys by increasing the aluminum concentration near the surface.

The ion treatments improved oxidation resistance more effectively than aluminum implantation.

— The effect of laser surface melting and alloying of commercial Fe-based alloys on high-temperature oxidation was investigated in collaboration with NRC.

Materials Failure Control and Analysis

CANMET participates with industry and universities in projects to determine the mechanical behaviour of metals and is thus constantly developing competence in new test methods while broadening understanding of the factors controlling mechanical behaviour. Examples are the effects of thickness and temperature on fracture toughness and corrosion fatigue, and of metallurgical microstructure on mechanical properties.

Stress analysis allows the proper interpretation of the effects of specimen geometry and processing history on mechanical behaviour. Stresses in single-pass weldments were measured and compared favourably with predictions of residual stress patterns made from finite element analysis performed under contract.

CANMET contributes to the prevention of structural failures by performing failure analyses, by contributing to the writing of national codes and standards, and by testing structures containing known defects. Electric resistance wire (ERW) pipe containing artificial and production defects was tested and the reduction in strength caused by ERW weld imperfections was measured. The dynamic fracture toughness of austempered ductile iron was evaluated in collaboration with a Quebec foundry.

Work has continued on the evaluation of the corrosion fatigue behaviour of welded joints as part of CANMET's project on offshore steel structures. Studies of the effect of section thickness on fatigue life of welded T-joints under constant amplitude loading in air and seawater have been completed. At constant hot-spot stress, both initiation and propagation lives are reduced as thickness increases. An exhaustive review of worldwide data for tests on plate and tubular joints supported evidence that the latter show no benefits from cathodic protection even after long usage.

Advanced Instrumentation

A commercial prototype of the CANMET portable X-ray stress diffractometer has undergone successful field trials at Ontario Hydro and the Defence Research Establishment Atlantic (DREA).

Electron energy-loss spectrometry and X-ray microanalysis were used to characterize precipitates extracted from the heat affected zone of weldments in Ti- and Nb-bearing steels for offshore structures. The microstructure of seamless tubing from a Canadian manufacturer, identified by transmission electron microscopy, pinpointed the cause of inadequate toughness properties. Subsequently, the heat treatment was modified to alleviate the problem.

TECHNOLOGY TRANSFER

During 1986-1987, the Office of Technology Transfer (OTT) enhanced its activities and participation in the Industrial Research Assistance Program (IRAP) for financially assisting the demonstration and commercialization of technologies developed or sponsored by CANMET. OTT worked with CANMET's laboratories to plan and execute numerous technology transfer activities; assisted with patenting and licensing procedures by acting as a liaison with Canadian Patents and Development Limited (CPDL) and by retaining patent agents under contract; advised Branch management and scientists on intellectual property matters arising from in-house research and R&D contracts; and continued to report significant events within the Branch.

TECHNOLOGY EVALUATION

OTT provided engineering and economic evaluations for a number of projects, including: a comparison and update of the sulphation roast and the pressure acid leach processes for Zn/Pb/Ag recovery from complex sulphide ores; biorecovery of selenium from base metal processing effluents; coal coprocessing to produce liquid fuels; and the CANMET ferric chloride leach process for recovering base and precious metals from complex sulphide bulk concentrates. The evaluation of the selenium recovery process has encouraged a major mining company to seriously consider investing in the process.

PROJECT REVIEW

Evaluation of the residential heating research at CANMET was initiated through a contract to determine the impact of the transfer of CANMET technology on manufacturers, energy suppliers, and consumers.

A review of the 50/50 energy conversion program was initiated. The contractor will be selected and work will begin in the next fiscal year. The contractor is to evaluate the technical and economic impact of the Program research, and also to determine what research or industrial use has been made of the contract outputs.

TECHNOLOGY TRANSFER ACTIVITIES

CANMET has 15 active projects under the IRAP program, with a total budget of $9.3 million, of which the companies contributed $5.7 million and NRC the remainder. Seven new projects were started during the fiscal year and up to four new projects are under development for commencement in the next fiscal year.

OTT assisted CPDL with patenting and provided guidance on the licensing of the following technologies developed at CANMET or under contract:

- Patenting action for the Delta P Index Measuring Instrument was begun under the START program and a potential manufacturer was assisted with the display of the instrument at the Tenth World Coal Preparation Congress in Edmonton.
- OTT has arranged for a patentability assessment and is now negotiating a licence to the manufacturing rights for the Radon Dosimeter, which will be marketed primarily in the United States.
- The CANMET-developed technology for the Hardfacing of Steels was registered under the trademark CANMET-coat, and discussions on the exploitation of the technology have begun with a commercial manufacturer.
- The Catalyst Reactor Unit has been licensed to a Canadian company to manufacture and market the units. Patent protection is being sought in Canada and the United States.

In order to develop proper technology transfer strategies, OTT conducted or assisted with numerous marketing and commercialization assessments of CANMET technologies, including Hydrogen conducting Ceramic (Hyceram), Oxidation of Natural Gas to Methanol, and the Low Severity Hydrotreating Process. In addition, a campaign was initiated to promote an in-house publication, *The Gold Assay Methods Manual*; as a result, over 150 copies have been sold to date throughout North America.

TECHNOLOGY INFORMATION

Provision was made for a comprehensive collection of literature in mineral and energy technology documentation, i.e. indexing and abstracting of relevant literature for inclusion in appropriate computer-based data files. Publication and distribution of report literature incorporating the results of research by CANMET scientists and contractors, and provision of reliable and timely technical information required in the course of research by CANMET scientists or other researchers and operating personnel across Canada, are the principal concerns of the Technology Information Division. During the year under review, these activities were pursued with vigour notwithstanding the distractions caused by the move of operating staff to alternate quarters.

LIBRARY SERVICES

Nearly 4,500 new books, reports, periodical volumes, dissertations and conference proceedings were added to the collections. The number of subscriptions to serials and periodicals stood at 2,640 at year's end. Over 80,000 separate loan transactions to CANMET staff have been registered during the year. Through technical information resource-sharing arrangements, just under 4,000 items were loaned to other libraries, whereas some 2,000 items were borrowed from other institutions for the use of CANMET staff.

TECHNICAL DOCUMENTATION

The implementing agreement has been signed for cooperative production of an energy technology database among member countries of the International Energy Agency. Under the agreement, each participating country indexes and abstracts its own energy technology literature to be combined in a single on-line access database for use by researchers and operating personnel of all contributors. The agreement represents a major step forward in our ability to share energy technology information originating in any of the member countries almost as soon as published. In other related activities the technology information staff added nearly 9,000 new records to the five CANMET databases – MINTEC, MINPROC, COAL, COALPRO and CANPUB. All but one of these -CANPUB- are accessible to the Canadian public either through the CAN/OLE network of the National Research Council, or through the private sector database utility, QL Systems. Use of the four publicly accessible CANMET databases exceeded 8,000 searches. CANPUB is an in-house database, under construction, containing records of all extant publications by staff members of CANMET and its predecessors, going back to the establishment of the Branch in 1907.

PUBLICATIONS PRODUCTION

During the year there have been a total of 792 reports published. Of those, 37 were major reports, distributed widely throughout Canada and to several hundred exchange partners in foreign lands. The remainder, 755, were divisional reports, intended essentially for internal distribution; however, copies of these were made available on demand to external clients requesting them. Increased use of the two official languages is reflected by the nearly 20 per cent increase in translations; a total of 900 pages were translated into one or the other of the Official Languages.

TECHNICAL INQUIRIES AND REFERRAL SERVICE

The number of requests for information received in the Division was just over 2,600. Eight per cent of these were referred to other, more appropriate agencies; the rest were handled by CANMET information officers, with occasional assistance with specialized, unpublished information by CANMET research staff. An estimated 15,000 pieces of literature were mailed out in response to these inquiries.

For further details about information products and services available from CANMET, or about the work of CANMET's Laboratory Divisions, please contact:

Technology Information Division
CANMET – Policy, Planning and Services
Energy, Mines and Resources Canada
555 Booth Street
Ottawa, Canada
K1A 0G1

Telephone:

General Inquiries	(613) 995-4029
Coal	(613) 995-4075
Energy	(613) 995-4075
Mining	(613) 995-4069
Mineral processing	(613) 995-4069
Metallurgy	(613) 995-4807
FAX	(613) 952-2587
Telex	(613) 053-3395

APPENDIX A

CANMET PROFESSIONAL STAFF

CANMET PROFESSIONAL STAFF

DIRECTOR GENERAL'S OFFICE

W.G. Jeffery; B.Sc., M.Sc. (Leeds); Ph.D. (McGill); Director General

J.T. Jubb; B.A.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto); Deputy Director General

RESEARCH PROGRAM OFFICE

I.C.G. Ogle; B.Sc., Ph.D. (British Columbia); Director

G. Zahary; B.Sc., M.Eng. (McGill); Assistant Director, Mining

A.F. Crawley; B.Sc., Ph.D. (Glasgow); P.Eng.; Assistant Director, Materials

C.W. Fairbridge; B.Sc., M.Sc (Lakehead), Ph.D. (St. Andrews); Assistant Director, Energy Processing

D.P.C. Fung; B.Sc. (U.B.C.), Ph.D. (Windsor); Assistant Director, Utilization

R.J.C. MacDonald; B.Sc. (St. Francis Xavier); Assistant Director, Mineral Processing

M.J. Bain; B.Sc. (U. P.E.I.); B.Ed. (Western); Program Coordinator

D.H. Quinsey; B.Sc. (Queen's); P.Eng.; Program Coordinator

S. Savard; B.Sc.A (Laval); P.Eng.; Project Officer

TECHNOLOGY INFORMATION DIVISION

J.E. Kanasy; B.Sc., B.A. (Windsor), M.A. (Michigan), Ph.D. (Pittsburgh); Director

Library

G. Peckham; B.A., B.L.S. (McGill); Section Head

J. Bérubé; B.A., M.L.S. (Montreal); Reference Librarian

J. Ho; B.A., B.L.S. (Ottawa); Head, Technical Services

K. Nagy; B.Sc., B.L.S. (McGill); Head, Reader Services

C.M. Nason; B.A., M.A. (Carleton); M.L.S. (Western Ontario); Librarian

Technical Inquiries

J.E. Beshai; B.Sc. (McMaster); Coal Technology Information Officer

R.T. Blake; A.C.S.M. (U.K.); P.Eng.; Mineral Technology Information Officer

C.F. Dixon; B.Eng. (N.S.T.C.); P.Eng.; Metallurgy Information Officer

J.J.M. Krocko; B.Sc. (Alberta); Energy Information Officer

R.R. Poirier; DEC (Cégep l'Outaouais); General Technology Information Officer

Documentation

W. Kent; B.A. (Carleton); Database Manager

G.M. Blondeau; B.A. (Queen's), M.A. (Guelph); Mining Abstractor

T.J. Patel; B.Sc. (Oregon State), M.Sc. (Washington State); Mineral Processing Abstractor

Publications

M. Close; B.A. (Toronto); B.A. (Hons) (Ottawa)

D. Davidson; B.A. (Hons); M.A. (Carleton); Editor (English)

E. Blackburn; B.A. spéc. en traduction, LL.L. Licence en droit civil (Ottawa); Editor (French)

M.P. Desrosiers; B.A. conc. en litt. française; B.A. spéc. en traduction (Ottawa); Editor (French)

TECHNICAL SERVICES DIVISION

J.M. Duchesne; B.Eng. (Montreal), M.Sc.Eng. (Arizona); P.Eng.; Director

D.M. Norman; M.I.Mech. Eng. Borough Polytechnique (U.K.); Engineer

OFFICE OF TECHNOLOGY TRANSFER

J. Kuryllowicz; B.Eng. (McGill); Director

J. Palmer; B.Sc. (Aberdeen); P.Eng.; Engineer

F.J. Kelly; B.Eng. (N.S.T.C.); Res. Sci.; Manager

W.S.H. Wong; B.Eng. (McMaster); P.Eng.; Engineer

R. Philar; M.S. (Connecticut), M.B.A. (Washington); P.Eng.; Manager

G.S. Bartlett; B.Sc., B.A. (Memorial); Economist

A. Lane; B.Sc. (Queens); Project Officer

M. Nobert; B.A. (Laval), M.E.S. (York), M.Sc. (Wisconsin)

J.R. Goddard; B.Sc. (Concordia); Information Systems Specialist

ENERGY RESEARCH LABORATORIES

D.A. Reeve; B.Sc., Ph.D. (Birmingham); Director of Laboratories

Engineering, Design, Construction and Support Services

L.P. Mysak; Dipl. Mech. Tech. (Algonquin); B.A.Sc., M.Eng., P.Eng. (Ottawa); Engineer

J.L. Harcourt; Editor

Synthetic Fuels Research Laboratory

J.M. Denis; B.A.Sc. (Ottawa), P.Eng.; Manager

Process Development

D.J. Patmore; B.Sc. (Bristol), Ph.D. (Alberta); Res. Sci.

T.J.W. de Bruijn; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Delft); Res. Sci.

J. Chase; B.Sc.Chem. (Acadia), B.Sc. Chem. Eng. (McGill), Ph.D. (Univ. of London); Res. Sci.

W.H. Dawson; B.Sc. (McGill), Ph.D. (Western Ontario); Res. Sci.

F.T.T. Ng; B.Sc., (Hong Kong), M.Sc., Ph.D. (British Columbia)

D.D.S. Liu; B.Chem.Eng. (N. Taiwan Univ.), Ph.D. (Dalhousie); Res. Sci.

P.L. Sears; M.A., Ph.D. (Cambridge); Res. Sci.

R.B. Logie; B.Sc. (New Brunswick); P.Eng.; Engineer

Bitumen/Oil Recovery

D.K. Faurschou; B.A.Sc. (Toronto); Res. Sci.

A.E. George; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Cairo); Res. Sci.

J. Margeson; B.Sc. (Carleton), M.Sc. (Ottawa); Res. Sci.

Analytical Section

R.J. Lafleur; B.A.Sc. (Waterloo), M.Sc. (Alberta), P.Eng.; Chemist

D.M. Clugston; B.Sc., Ph.D. (McMaster); Chemist

V. Whelan; B.Sc. (Waterloo); Chemist

Coal Liquefaction

J.F. Kelly; B.Eng., Ph.D. (McGill); P.Eng.; Res. Sci.

S.A. Fouda; B.Eng. (Cairo), Ph.D. (Waterloo); Res. Sci.

M. Ikura; B.Eng. (Himeji), M.Eng. (Osaka), Ph.D. (McGill); Res. Sci.

P. Rahimi; B.Sc. (Iran), M.Sc. (Brock), Ph.D. (Alberta); Res. Sci.

Combustion and Carbonization Research Laboratory

G.K. Lee; B.Sc., M.Sc. (Queen's); P.Eng.; C.Eng.; Manager

C.J. Adams; B.Sc., M.Sc. (McGill); Ph.D. (McMaster); Res. Sci.

Coal Treatment and Coke Processing

T.A. Lloyd; B.Sc. (Carleton); Phys. Sci.

J.W. St. James; B.Sc. (Waterloo); Phys. Sci.

R.G. Fouhse; B.Sc. (Saskatchewan); P.Eng.; Engineer

Carbonization Research

J.T. Price; B.Sc. (Calgary), Ph.D. (Western Ontario); Res. Sci.

J.F. Gransden; B.Sc. (London), A.R.S.M., Ph.D. (Western Ontario); Res. Sci.

J.G. Jorgensen; B.Sc. (Carleton); Phys. Sci.

Energy Conservation Technology

A.C.S. Hayden; B.Eng., M.Eng. (Carleton); P.Eng.; Res. Sci.

S.W. Lee; B.Sc. (Rangoon); Ph.D. (McMaster); Res. Sci.

R.W. Braaten; B.Eng. (Carleton); P.Eng.; Phys. Sci.

F. Preto; B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Queen's); Res. Sci.

M. Wiggin; B.A.Sc. (Waterloo); Engineer

K. Tait; B.Sc., M.Sc. (London) (Interchange Canada); Res. Sci.

Emerging Energy Utilization Systems

F.D. Friedrich; B.Sc. (Saskatchewan); M.Sc. (Queen's); P.Eng.; Res. Sci.

E.J. Anthony; B.Sc.; B.A. (Open University), Ph.D. (Swansea), C.Chem.; Res. Sci.

D.L. Desai; B.E. (Sardar Patel), M.Eng. (Ottawa), P.Eng.; Engineer

I.T. Lau; B.Sc. (Cmengkunk), M.A.Sc. (Ottawa); Engineer

V.V. Razbin; Dipl.Eng. M.Sc. Eng. (Carleton); Engineer

Industrial Combustion Processes

H. Whaley; B.Sc., Ph.D. (Sheffield), P.Eng., C.Eng.; Res. Sci.

G.N. Banks; B.A. (British Columbia); Res. Sci.

P.M.J. Hughes; B.Sc. (Waterloo), M.Sc. Mech.Eng. (Waterloo); Res. Sci.

K.V. Thambimuthu; B.Sc. (Birmingham), M.Eng. (McGill), Ph.D. (Cambridge), C.Eng.; Res. Sci.

R.J. Philp; M.App.Sc (Toronto), P.Eng.; Engineer

J.K.L. Wong; B.Sc. (Calgary); Phys. Sci.

Coal and Coke Constitution

B.N. Nandi; B.Sc., M.Sc. (Calcutta), Dr.Eng. (Karlsruhe); Res. Sci.

J.A. MacPhee; B.Sc. (St. Francis Xavier), Ph.D. (British Columbia); Res. Sci.

L.A. Ciavaglia; B.Eng. (Carleton), P.Eng.; Phys. Sci.

Project Monitoring and Engineering Design

S.I. Steindl; Dipl.Eng. (Budapest), M.Sc. (Queen's), P.Eng.; Engineer

Quality Assurance

R. Prokopuk; B.Sc. (Alberta); Phys. Sci.

Hydrocarbon Processing Research Laboratory

M. Ternan; B.A.Sc. (British Columbia), Ph.D. (McGill), P.Eng.; Manager

Hydrocarbon Conversion

D.P.C. Fung; B.Sc. (British Columbia), Ph.D. (Windsor); Res. Sci.

M. Skubnik; B.Eng., M.Eng. (Bratislava), P.Eng.; Phys. Sci.

Pyrolysis and Gasification

E. Furimsky; Dipl. Eng. (Prague), Ph.D. (Ottawa); Res. Sci.

A. Palmer; B.Sc. (Montreal); Res. Sci.

Analysis and Standardization

L.C.G. Janke; B.Sc. (Sir Wilfred Laurier), B.Ed. (Queen's); Phys. Sci.

M.D. Farrell; B.Sc. (Carleton); Phys. Sci.

J.Z. Skulski; Chem.Eng. (Wroclaw, Poland); Chemist

Separation and Characterization Section

H. Sawatzky; B.S.A., M.S.A., Ph.D. (Toronto); Res. Sci.

S. Coulombe; D.E.C., B.Sc., Ph.D. (Montreal); Res. Sci.

B. Farnand; B.A.Sc., Ph.D. (Ottawa); Res. Sci.

G. Jean; D.E.C., B.Sc., Ph.D. (Western Ontario); Res. Sci.

P. Chantal; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Laval); Res. Sci.

S.M. Ahmed; B.Sc., M.Sc. (India); Chemist

Y. Yoshida; B.Sc., M.Sc., (Muroran), Ph.D. (Hokkaida); Visiting Scientist

Catalytic Hydroprocessing

J.F. Kriz; Dipl.Eng. (Prague), Ph.D. (Dalhousie), P.Eng.; Res. Sci.

M.F. Wilson; B.Sc., Ph.D. (St. Andrews); Res. Sci.

M.V.C. Sekhar; B.Sc. (Madras), M.Sc. (ITT-Madras), Ph.D. (Calgary); Res. Sci.

C.W. Fairbridge; B.Sc., M.Sc. (Lakehead), Ph.D. (St. Andrews); Res. Sci.

J. Monnier; B.A.Sc. (Laval), Ph.D. (McMaster), P.Eng.; Res. Sci.

Catalysis Research

J.R. Brown; B.Sc., Ph.D. (Western Ontario); Res. Sci.

J.Z. Galuska; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Jagiellonian, Cracow, Poland); Res. Sci.

S.H. Ng; B.Chem.Eng., (Taiwan), Ph.D. (New Brunswick); Res. Sci.

V.M. Allenger; B.Eng. (McGill), M.A.Sc. (Ottawa); Res. Sci.

MINING RESEARCH LABORATORIES

J.E. Udd; B.Eng., M.Eng., Ph.D. (McGill), P.Eng.; Director

Canadian Explosive Atmospheres Laboratory

J.A. Bossert; B.Sc. (Queen's), P.Eng.; Manager

E.D. Dainty; B.Sc., M.Sc. (Toronto) P.Eng.; Res. Sci.

G. Lobay; B.Sc. (Manitoba); Engineer

K.J. Mintz; B.Sc., M.Sc. (UBC), Ph.D. (Toronto); Res. Sci.

J.P. Mogan; B.A.Sc. (Toronto), P.Eng.; Res. Sci.

L. Geller; Dipl.Ing. Mech. Eng. (Budapest); B.Sc. Eng. (London), M.A.Sc. (Toronto); Res. Sci.

K.C. Cheng; B.Sc., M.Eng. (Tainan Chen Kung, Taiwan); Eng.

Canadian Explosives Research Laboratory

R.R. Vandebeek; B.Sc., M.Sc. (Carleton); Manager

E. Contestabile; B.Sc. (Carleton); Phys. Sci.

K.K. Feng; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Iowa); Res. Sci.

D.E.G. Jones; B.Sc., Ph.D. (Western); Res. Sci.

P. Lee; B.Sc. (Hong Kong Baptist); Chemist

Elliot Lake Laboratory

R.O. Tervo; B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Bradford), P.Eng.; Manager

B. Arjang; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Germany); Res. Sci.

J. Bigu; M.Sc. (Barcelona), DTC (Slurry), Ph.D. (Queen's); Res. Sci.

N.K. Davé; B.Sc., M.Sc. (Rajastman, India), Ph.D. (Queen's); Res. Sci.

M. Grenier; B.Sc., M.Sc. (Laurentian); Res. Sci.

D. Hanson; B.Sc., Geol. Eng. M.Sc. Geo. Tech. (Minnesota); Phys. Sci.

S.G. Hardcastle; B.Sc., Ph.D. (Nottingham); Res. Sci.

D.G.F. Hedley; B.Sc., Ph.D. (Newcastle), P.Eng.; Res. Sci.

G. Knight; B.Sc. (Birbeck, London); Res. Sci.

T.P. Lim; B.Sc. (Ottawa), Dipl. (Radio Chem. Tech., Munich, West Germany); Phys. Sci.

P. Rochon; M.Sc. (Montreal); Phys. Sci.

M. Savich; Dipl. Min. Eng. (Ljobljan, Yugoslavia), B.Eng., M.Eng. (McGill); Res. Sci.

Canadian Mine Technology Laboratory

G.E. Larocque; B.Sc. (Carleton); Manager

A.B. Annor; B.A.Sc. (Ottawa); M.Eng (Carleton); P.Eng.; Phys. Sci.

M. Bétournay; B.Sc., M.Sc.A., B.Eng. (McGill) P.Eng. Phys. Sci.

N. Billette; B.A. (Bourget), B.Sc., M.Sc., Ph.D. (École Polytechnique); Res. Sci.

A. Boyer; B.Sc. (Montreal); Phys. Sci.

R. Boyle; B.Sc. (Ottawa); Phys. Sci.

R.W.D. Clarke; B.Eng. (N.S.T.C.), P.Eng.; Engineer

A. Fustos; B.S.F. F.E., B.Sc. (UBC), M.Sc. (Carleton), P.Eng.; Engineer

M. Gangal; B.Sc. (Agra, India), M.Sc. (Rokee, India and McGill), Ph.D. (Calgary); Res. Sci.

C.B. Graham; B.Sc., M.Sc., (Eng.) (Queen's); Phys. Sci.

M. Gyenge; Dipl. Eng. (Budapest) P.Eng.; Res. Sci.

G. Herget; B.Sc. (Goettingen, West Germany), M.Sc., Ph.D. (Munich, West Germany); P.Eng.; Res. Sci.

R. Jackson; B.A.Sc. (Waterloo); P.Eng. (AECL Employee); Phys. Sci.

P. Lacourse; B.A.Sc. (Laval); Engineer

J. Pathak; B.Eng., M.Eng. (Sager, India); Ph.D. (Freiberg, Germany); Engineer

N.A. Toews; B.Sc. (Queen's); Res. Sci.

S. Vongpaisal; B.Eng., M.Eng., Ph.D. (McGill); P.Eng.; Res. Sci.

D.F. Walsh; B.Sc. (Memorial); Phys. Sci.

R.J.R. Welwood; B.Sc. (Queen's); Phys. Sci.

A.S. Wong; B.Sc. (National Taiwan University), M.Sc. (Ottawa); Phys. Sci.

Y.S. Yu; B.Sc., M.Eng. (McGill); Res. Sci.

MINERAL SCIENCES LABORATORIES

L.L. Sirois; B.A., B.Eng., M.Eng. (McGill), P.Eng.; Director

E.G. Joe; B.Sc. (Queen's); Phys. Sci.

W.J.S. Craigen; B.Sc. (Queen's); Phys. Sci.

Chemical Laboratory

H.F. Steger; B.Sc., Ph.D. (McMaster); Manager

R.J. Guest; B.Sc. (Acadia); Assistant Manager, Operations

Metals and Alloys

D.J. Barkley; B.Sc. (Carleton); Chemist

E.H. MacEachern; B.Sc. (Mount Allison); Chemist

J.W. Wittwer; B.Sc. (Carleton); Chemist

Ores and Fire Assay

J.C. Hole; B.A. (Toronto); Chemist

R.R. Craig; B.Sc. (Glasgow); Chemist

Solution Chemistry

G.A. Hunt; B.Sc. (Carleton); Chemist

J.E. Atkinson; B.A. (Queen's); Chemist

J.A. Graham; B.Sc. (Carleton); Chemist

Optical Emission and NAA

T.R. Churchill; B.Sc. (Western Ontario); Chemist

R.E. Horton; B.Sc. (Carleton); Chemist

Special Analysis

M.E. Leaver; B.Sc. (Queen's); Chemist

Research/Special Projects

E.M. Donaldson; B.Sc. (Manitoba); Res. Sci.

Radiation and Mineral Physics

M.G. Townsend; B.Sc., Ph.D. (Southampton); Res. Sci.

R. Provencher; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Sherbrooke); Res. Sci.

XRF, Radiometry and Fluorimetry

J.L. Dalton; B.Sc., (Manitoba); M.Eng. (Carleton); Chemist

R.H. McCorkell; M.Sc., Ph.D. (Manitoba); Chemist

D.L. Curley; B.Sc. (Carleton); Chemist

M. Desgagne; B.Sc. (Laval); Chemist

C.W. Smith; M.Sc., Ph.D. (Queen's); Res. Sci.

Extractive Metallurgy Laboratory

M.C. Campbell; B.Sc. (St. Francis Xavier), B.Eng. (N.S.T.C.), D.I.C., M.Sc. (London), P.Eng.; Manager

D.H. Bell; B.A.Sc., Ph.D. (London); D.I.C., (Imperial College); Phys. Sci.

Solution Purification

G.M. Ritcey; B.Sc. (Dalhousie); Res. Sci.

R. Molnar; B. Eng. (McGill); Ph.D. (London); D.I.C.; Res. Sci.

G. Pouskouleli; B.Sc. (Greece), M.Sc. (Montréal); Ph.D. (McGill); Res. Sci.

G. Deschênes; B.Sc., M.Sc. (Laval); Phys. Sci.

Metallurgical Chemistry

J.E. Dutrizac; B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto); Res. Sci.

D.J. MacKinnon; B.Sc., M.A., Ph.D. (Ottawa); Res. Sci.

R.M. Morrison; B.Sc.; Ph.D. (British Columbia); Res. Sci.

O. Dinardo; B.Sc. (Carleton); Phys. Sci.

K. Bartels; B.Sc. (Carleton); Chemist

E. Rolia; B.A. (UBC); Chemist

Physical Chemistry

A.H. Webster; B.A., M.A., Ph.D. (UBC); Res. Sci.

S.M. Ahmed; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Saskatchewan); Res. Sci.

R.F. Pilgrim; B.Sc. (Queen's); Res. Sci.

R. Sutarno; B.E., M.E., Ph.D. (N.S.T.C.), P.Eng.; Res. Sci.

S.A. Mikhail; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Cairo); Dr. Eng. (Norway); Res. Sci.

J. Leduc; B.Sc. (Montréal); M.Sc., Ph.D. (McGill); Res. Sci.

V.H.E. Rolko; B.Sc. (Manitoba); Chemist

J. Salley; B.Sc. (Ottawa) Eng.

K.G. Tan; M.Sc.Chem (Aachem, Germany), Ph.D. (Carleton); Res. Sci.

Pyrometallurgy

J.M. Skeaff; B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto); Res. Sci.

C. Hamer; B.E. (N.S.T.C.), M.Sc. (Queen's); P.Eng.; Res. Sci.

V.M. McNamara; B.Sc., B.Eng., M.A.Sc. (Toronto); P. Eng.; Res. Sci.

L.J. Wilson; B.Sc. (McMaster); Phys. Sci.

D. Liang; B.Sc., M.Sc. (Queen's); P.Eng.

Biotechnology

R.G.L. McCready; B.Sc., M.Sc., (Alberta); Ph.D. (Calgary); Res. Sci.

H.W. Parsons; B.Sc. (Alberta); Res. Sci.

A. Jongejan; Geol. Can. Drs. Ph.D. (Amsterdam); Res. Sci.

M. Silver; B.Sc., M.Sc. (Manitoba), Ph.D. (Syracuse); Res. Sci.

V. Sanmugasunderam; B.Sc. (Ceylon); M.Sc. (Wales); Ph.D. (British Columbia); Res. Sci.

W.D. Gould; B.Sc., (Manitoba), M.Sc., Ph.D. (Alberta); Res. Sci.

Leaching

B.H. Lucas; B.Sc. (Queen's); P.Eng.; Res. Sci.

K.E. Haque; M.Sc., Ph.D. (Ottawa); Res. Sci.

D. Shimano; B.Sc. (Concordia); Phys. Sci.

W. Howell; B.Sc. (Calgary), M.Sc. (Ottawa); Phys. Sci.

C. Weatherell; B.Sc. (Waterloo); Chemist

Mineral Processing Laboratory

F.R. Campbell; Eng.D., (N.S.T.C.); B.Eng., Ph.D. (London); D.I.C. (Imperial College); Manager

M. Stefanski; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Katowce); Ph.D. (Krakow); Phys. Sci.

Construction Materials

V.M. Malhotra; B.Sc., B.E. (W. Australia); Res. Sci.

H.S. Wilson; B.E. (Saskatchewan); Res. Sci.

B. Nebesar; M.Sc. (McGill); Res. Sci.

E. Douglas; B.Sc. (Chem. Eng.) (Argentina); Ph.D. (McGill); Res. Sci.

G.G. Carette; B.Sc. (Laval); Engineer

Mineral Dressing

D.M. Doyle; B.Sc.Min.Eng. (Michigan Tech. Univ.); Phys. Sci.

Metallic Minerals

G.I. Mathieu; B.A., B.Sc. (Laval); Res. Sci.

A.I. Stemerowicz; B.Sc. (Queen's), P.Eng.; Res. Sci.

D. Laguitton; Chem. Eng. (Rennes), D.Sc. (Laval); Res. Sci.

K.S. Moon; B.Sc., M.Eng. (Seoul National U.); M.A.Sc., M.Eng. (British Columbia), Ph.D. (California); Res. Sci.

M. Cristovici; B.Eng. (Bucharest); P.Eng.; Res. Sci.

J.H.C. Leung; B.Sc. (Taiwan), M.Sc. (Waterloo); Phys. Sci.

W.H. Cameron; B.Sc. (Queen's); Phys. Sci.

V.G. Reynolds; B.Sc. (Carleton); Phys. Sci.

J.M. Lamothe; B.Eng. (École Polytechnique Montreal); Res. Eng.

M. Bilodeau; B.Sc. (Laval); Phys. Sci.

J. Acta; M.Sc. (UBC); Phys. Sci.

D. Cimon; B.Sc., M.Sc., (Laval); Phys. Sci.

D.G. Feasby; B.Sc., M.Sc., (Queens); Phys. Sci.

M. Lavallée; B.Eng. Mining, (McGill); Phys. Sci.

V. Sivasunderam; B.Sc. (Srilanka) M.Sc., (Massachusetts); Phys. Sci.

Non-Metallic Minerals

R.K. Collings; B.Eng. (N.S.T.C.), P.Eng.; Res. Sci.

S.S.B. Wang; B.Sc. (Hong Kong Baptist); M.Sc. (California), Ph.D. (Toronto); Phys. Sci.

P.R.A. Andrews; B.Sc. (Eng.) (London), M.Eng.Sc. (Melbourne); Res. Sci.

Process Mineralogy

P.R. Mainwaring; B.Sc. (Western Ontario); Ph.D. (Toronto); Res. Sci.

L.J. Cabri; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill); Res. Sci.

J.L. Jambor; B.A., M.Sc., Ph.D. (Carleton); Res. Sci.

W. Petruk; B.Eng., M.Sc., Ph.D. (McGill); Res. Sci.

T.T. Chen; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Cornell); Res. Sci.

J.A. Soles; B.A.Sc., M.A.Sc. (British Columbia), Ph.D. (McGill), P.Eng.; Res. Sci.

J.T. Szymanski; B.Sc., Ph.D. (London); Res. Sci.

M.R. Hughson; B.A. (Western Ontario); Phys. Sci.

A. Bilodeau; B.Sc. (Laval); Eng.

B.A. Cienske; B.A. (Poland); Phy.Sci.

J.M.D. Wilson; B.Sc., M.A.Sc. (Queen's); Phys. Sci.

K.M. Besso; B.Sc. (Montreal); Phys. Sci.

Ceramics

K.E. Bell; B.E. (Saskatchewan), P.Eng.; Res. Sci.

V.V. Mirkovich; Ph.D. (Toronto); Res. Sci.

D.H.H. Quon; B.Sc. (National Sun Yat Sen U.), M.Sc. (Ohio State), Ph.D. (Michigan); Res. Sci.

T.A. Wheat; Ph.D. (Leeds); Res. Sci.

A. Ahmad; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (New Brunswick); Res. Sci.

A.K. Kuriakose; B.Sc., M.A., Ph.D. (Madras, India); Res. Sci.

J.D. Canaday; M.B.A. (Arizona); B.Sc. (Oklahoma); M.Sc., (Calgary); M.Sc., Ph.D. (Guelph); Res. Sci.

National Uranium Tailings Program

R.D. John; B.Sc. (Loughborough); CIMA (London/Lambton); Manager

R. Holmes; B.Sc., M.Sc. (Windsor); Phys. Sci.

G. Tremblay; B.Sc. (Carleton); Phys. Sci.

PHYSICAL METALLURGY RESEARCH LABORATORIES

W.H. Erickson; B.Sc., M.Sc. (Mich. Tech); Ph.D. (Durham), P.Eng.; Director

C.S. Champion; B.Sc. (St. Andrews); PGCE Cambridge; Tech. Editor

Metals Processing Laboratory

R. Thomson; B.Sc., ARCST, Ph.D. (Glasgow); Manager

Foundry Section

R.K. Buhr; B.Eng. (McGill); Head

K.G. Davis; B.Sc. (Birmingham), M.A.Sc., Ph.D. (British Columbia); Res. Sci.

J.L. Dion; B.A.Sc. (Montreal); P.Eng.; Phys. Sci.

R.A. Matte; B.Eng. (Sherbrooke); Engineer

G. Morin; B.A.Sc. (Laval); P.Eng.; Engineer

A.R. Palmer; B.Sc., Ph.D. (London); P.Eng.; Res. Sci.

M. Sahoo; B.Sc., B.E. (I.I.Sc., Bangalore), Ph.D. (U.B.C.), P.Eng.; Res. Sci.

E.I. Szabo; M.Sc., Ph.D. (Nottingham); Res. Sci.

R.D. Warda; B.A.Sc. (British Columbia), Ph.D. (Cambridge); Res. Sci.

L.V. Whiting; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill), M.B.A. (Ottawa); Res. Sci.

Metal Forming Section

G.E. Ruddle; B.A.Sc., M.Sc. (Waterloo), D.Sc. (Virginia), P.Eng.; Res. Sci. Acting Head

D.L. Baragar; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Queen's); Res. Sci.

C. Galvani; B.Eng. (Montreal Univ.); Phys. Sci.

C. Ozsoy; M.Sc., Ph.D. (Technical Univ. of Istanbul); Visiting Fellow

J.J.M. Too; B.Sc. (Taiwan); M.Sc. (McGill); Ph.D. (Wales); Res. Sci.

Nondestructive Testing Section

V.L. Caron; B.A.Sc. (Laval), M.Eng. (Paris), P.Eng.; Head

G. Landry; B.A.Sc. (Montreal); Phys. Sci.

D.K. Mak; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto); Res. Sci.

J.P. Monchalin; D. Eng. (Paris); M.Sc., Ph.D. (M.I.T.); Res. Sci.

Welding Section

J.T. McGrath; B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto), P.Eng.; Head

J.T. Bowker; B.Met., Ph.D. (Sheffield); Res. Sci.

J.E.M. Braid; B.A.Sc. (Waterloo); Ph.D. (Cambridge); Res. Sci.

R.S. Chandel; B.E. (Nagpur), Ph.D. (Birmingham), C.Eng. M.I.M.; Res. Sci.

L.C. Mallory; BASc. MASc. (Waterloo), Interchange Canada Exchange

N.J. Smith; B.Sc. (Calgary); M.Eng. (Alberta) Phy. Sci.

Metals Development Laboratory

D.W.G. White; S.M., Sc.D. (M.I.T.), P.Eng.; Manager

Corrosion Science Section

R.W. Revie; B.Eng., M.Eng. (R.P.I.); Ph.D. (M.I.T.); Head

J.B. Gilmour; B.Sc. (Queen's), Ph.D. (McMaster), P.Eng.; Res. Sci.

D.C. Briggs; B.Eng., M.Eng. (McGill), Ph.D. (Queen's); Res. Sci.

R.J. Brigham; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McMaster); Res. Sci.

H.M. Hindham; B.Sc. (Cairo), Ph.D. (McMaster); Res. Sci.

G.R. Hoey; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto); Res. Sci.

A.W. Lui; B.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Windsor); Res. Sci.

V.S. Sastri; B.Sc., M.A., Ph.D. (New York); Res. Sci.

V. Scepanovic; B.Eng. (Belgrade), M.Eng., Ph.D (McMaster); Res. Sci.

Engineering Physics Section

W.R. Tyson; B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Cambridge); Head

R. Bouchard; B.Sc. (Laval); Phy.Sci.

J. Boutin; B.Eng., M.A.Sc. (Montreal); Phys. Sci.

G. Bhuyan; B.Sc., Ph.D. (Memorial); Visiting Fellow

B. Faucher; Eng. INSA (Lyon), M.Sc. (Laval), Ph.D. (Ottawa), P.Eng; Res. Sci.

J. Harbec; B.Eng. (McGill), P.Eng.; Phys. Sci.

G. Roy; M.Sc. (Silesian Univ.), Ph.D. (P.A.S.); Res. Sci.

O. Vosikovsky; B.A.Sc., Ph.D. (Prague); Res. Sci.

K.C. Wang; B.A.Sc., Ph.D. (Rensselaer); Res. Sci.

Metal Physics Section

W.N. Roberts; M.A., Ph.D. (Leeds); Head

G.J.C. Carpenter; B.Sc., Ph.D. (Wales); Res. Sci.

E.J. Cousineau; B.Sc. (Carleton); Phys. Sci.

R. Holt; B.A.Sc. (Toronto); Res. Sci.

J.A. Jackman; B.Sc., Ph.D. (Guelph); Res. Sci.

J. Ng-Yelim; B.A. (Carleton), B.Sc. (Ottawa); Phys. Sci.

R.H. Packwood; B.Sc., Ph.D. (Birmingham); Res. Sci.

Metallurgy Section

J.D. Boyd; B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Cambridge); Head

L.E. Collins; B.Sc., M.Sc. (Queen's), Ph.D. (M.I.T.); Res. Sci.

A. Couture; B.A., B.A.Sc. (Laval), P.Eng.; Res. Sci.

B. Dogan; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Manchester); Visiting Fellow

B.A. Euser; B.Sc. (Toronto); Phys. Sci.

D.M. Fegredo; B.Sc., M.Sc., Dipl. I.I.Sc., Ph.D. (Sheffield), M.I.M.; Res. Sci.

R.F. Knight; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Res. Sci.

T.F. Malis; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Manitoba); Res. Sci.

D.E. Parsons; B.A.Sc. (Toronto), P.Eng.; Res. Sci.

M. Sahoo; B.Sc., B.E. (I.I.Sc., Bangalore), Ph.D. (British Columbia), P.Eng.; Res. Sci.

M.T. Shehata; B.Eng. (Cairo), Ph.D. (McMaster); Res. Sci.

Z.S. Wronski; M.Sc., (Warsaw), D.Sc. (Warsaw); Tech. Univ., Res. Sci.

COAL RESEARCH LABORATORIES

T.D. Brown; B.Sc. (Durham); Ph.D. (Sheffield), C.Eng.; Director

Coal Mining Research

D.B. Stewart; B.Sc., M.Sc. (Queen's), P.Eng.; Manager

Coal Research Laboratory: Cape Breton

G.A. Haslett; B.Sc. (Durham), C.Eng., P.Eng.; Group Leader

Strata Mechanics

P.R.M. Cain; B.Sc., Ph.D. (Cardiff); Res. Sci.

T.R.C. Aston; B.Sc. (Cardiff), Ph.D. (Nottingham); Res. Sci.

Coal Mine Environments

J.C.Y. Hwang; B.Sc. (Taiwan), M.Sc. (Central), M.Sc. (McGill), Ph.D. (McGill); Res. Sci.

B.W. Konda; B.Eng. (Uyderabad), Ph.D. (Nottingham), P.Eng.; Phys. Sci.

D.J. Kennedy; B.Sc. (Windsor); Phys. Sci.

G.W. Klinowski; M.Sc. (Silesian Tech.); Engineer

Coal Testing

G.W. Bonnell; B.Sc. (Dalhousie); Chemist

Surface Mining Laboratory

Geotechnical Engineering

B.M. Das; B.Sc., A.I.S.M. (India School of Mines); Ph.D. (Tech. U. of Mines, Ostrava, Czechoslovakia), P.Eng.; Res. Sci

A.W. Stokes; B.Sc., Ph.D. (Nottingham); Res. Sci.

Environmental Control

R.N. Chakravorty; B.Ch.E. (Jadavpur), Ph.D. (Nottingham); Res. Sci.

N.J. Stuart; B.Sc., Ph.D. (Nottingham); Res. Sci.

R.J. Kolada; B.Sc., Ph.D. (Nottingham); Res. Sci.

J. Szymanski; M.Sc., Ph.D. (Wroclaw); Res. Sci.

V. Srajer; M.Sc. (Univ. Appl. Sci., Kosice), P.Eng.; Engineer

Coal Reserve Assessment

A.S. Romaniuk; B.Sc. (Queen's), P.Eng.; Phys. Sci.

Advanced Technology

R.K. Singhal; B.Sc. (Nottingham), Ph.D. (Newcastle-on-Tyne), C.Eng., P.Eng.; Phys. Sci.

H.G. Naidu; B.Sc., A.I.S.M. (India School of Mines); P.Eng.; Engineer

Fuel Processing Research Laboratory

H.A. Hamza; B.Sc. (Cairo); Ph.D. (Newcastle-on-Tyne); Manager

N.E. Anderson; B.Sc. (Alberta); Phys. Sci.

Carbonization

A.B. Fung; B.Sc. (Waterloo), P.Eng.; Engineer

R. Zrobok; B.Sc. (Alberta); Phys. Sci.

Fossil-Fuel Science and Applications

K.H. Michaelian; B.Sc. (California); Ph.D. (Simon Fraser); Res. Sci.

D. Axelson; B.Sc., Ph.D (Toronto); Res. Sci.

C.W. Angle; B.Sc. (Alberta); Phys. Sci.

R. Mikula, B.Sc. (Saskatchewan), Ph.D. (British Columbia); Phys. Sci.

S. Twa; B.Sc. (British Columbia); Phys. Sci.

Y. Theriault; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Alberta); Res. Sci.

X. Shu; Ph.D. (Imperial College); PDF

Process Control and Computer Applications

J.L. Picard; B.Sc. (Alberta); Phys. Sci.

N.A. Mansour; B.Sc. (Ain Shams), B.Sc. (Alberta), Ph.D. (Alberta); Res. Sci.

W.I. Friesen; B.Sc. (Brock), Ph.D. (British Columbia); Res. Sci.

A.W.F. Mo; B.Sc. (Alberta); Phys. Sci.

R. Ansari; Ph.D. (Western Ontario); PDF

Coal Preparation (Pilot Plant)

M.W. Mikhail; B.Sc. (Assuit), M.Sc. (Alberta), P.Eng.; Engineer

A.I. Salama; B.Sc. (Alexandria), Ph.D. (Alberta); Res. Sci.

I.S. Parsons; B.Sc. (Western Ontario); Phys. Sci.

Engineering and Field Demonstration

K. Hashmi; B.Sc. (Alberta), P.Eng.; Engineer

Z. Potoczny; B.Sc., M.Sc. (Toronto); Engineer

APPENDIX B

CANMET REPRESENTATION ON TECHNICAL COMMITTEES 1986-1987

CANMET REPRESENTATION ON TECHNICAL COMMITTEES 1986-1987

INTERNATIONAL

AIR POLLUTION CONTROL ASSOCIATION	
A.P.C.A. TS-2.3, Residential Fuel Combustion (chairperson)	A.C.S. Hayden (ERL)
A.P.C.A. TS-2.2, Industrial Fuel Combustion (secretary)	A.C.S. Hayden (ERL)
A.P.C.A. Ottawa Chapter (secretary)	S.W. Lee (ERL)
A.P.C.A. Quebec Section Executive (past chairperson)	R.J. Lafleur (ERL)
Air Pollution (member at large)	R. Prokopuk (ERL)
BRITISH FLAME RESEARCH COMMITTEE (member)	G.K. Lee (ERL)
CANADA/JAPAN COAL LIQUEFACTION PROGRAM (Canadian coordinator)	D.A. Reeve (ERL)
Working Group (secretary)	M. Ikura (ERL)
CANADA/FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY SCIENCE AND TECHNOLOGY AGREEMENT COAL SLURRY PIPELINES	
Coordinator	T.D. Brown (CRL)
Project Leader	M.W. Mikhail (CRL)
CANADIAN SUBCOMMITTEE OF THE INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, TECHNICAL COMMITTEE 31	
Electric Apparatus for Explosive Atmospheres (chairman)	J.A. Bossert (MRL)
Subcommittee 31A (member)	G. Lobay (MRL)
Subcommittee 31 (member)	K.J. Mintz (MRL)
COMPUTERS AND MINING	
Contributing editor	R.K. Singhal (CRL)
EXTRACTIVE AND PROCESS METALLURGY	
Member editorial board	G.M. Ritcey (MSL)
EIGHTH INTERNATIONAL STRATA CONTROL CONFERENCE ORGANIZING COMMITTEE	
(Canadian representative)	D.B. Stewart (CRL)
FUEL PROCESSING TECHNOLOGY	
Editorial advisory board	H.A. Hamza (CRL)
FUEL (LONDON) (EASTERN REGIONAL EDITOR)	
International Editorial Board (Canadian editor)	A.E. George (ERL)
HYDROMETALLURGY	
Editor	G.M. Ritcey (MSL)
Members editorial board	J.E. Dutrizic (MSL)
	D.J. Mackinnon (MSL)
	R.G.L. McCready (MSL)
INSTITUTION OF MINING AND METALLURGY (U.K.)	
Mining Industry Editorial Advisory Board	R.K. Singhal (CRL)
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF COMPUTATIONAL MECHANICS (member)	J.J.M. Too (PMRL)

AFFILIATION KEY:

DGO	Director General's Office	CRL	Coal Research Laboratories
ERL	Energy Research Laboratories	RPO	Research Program Office
MRL	Mining Research Laboratories	TID	Technology Information Division
MSL	Mineral Sciences Laboratories	NUTPO	National Uranium Tailings Program Office
PMRL	Physical Metallurgy Research Laboratories	OTT	Office of Technology Transfer

1986 INTERNATIONAL CONFERENCE ON: EFFECTS AND CONTROL OF INCLUSIONS AND RESIDUALS IN STEELS	
Organizing Committee (chairman)	J.D. Boyd (PMRL)
INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY	
Consultants' Group on Uranium Extraction (member)	M.C. Campbell (MSL)
Analytical Techniques in Uranium Exploitation, Development and Ore Processing (consultant)	J.L. Dalton (MSL)
11th INTERNATIONAL CONGRESS ON X-RAY OPTICS AND MICROANALYSIS	
Program (chairman)	R.H. Packwood (PMRL)
Program Committee (chairman)	G. Carpenter (PMRL)
INTERNATIONAL CONGRESS ON CATALYSIS (1988)	
Advertising and Publications Committee (chairman)	M. Ternan (ERL)
(member)	J. Monnier (ERL)
Technical Program Committee (member)	J.F. Kriz (ERL)
(member)	J.R. Brown (ERL)
(member)	C.W. Fairbridge (RPO)
INTERNATIONAL CONFERENCE ON SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY:	
International Committee (member)	G.M. Ritcey (MSL)
(chairman 2nd Conference)	F.M. Ritcey (MSL)
SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT	
Member Advisory Committee	R.D. John (MSL)
INTERNATIONAL COMMITTEE ON COAL PETROGRAPHY	
Petrography (working member)	B.N. Nandi (ERL)
Petrography of Organic Sediments (member)	B.N. Nandi (ERL)
Subcommittee on Industrial Application of Coal Petrography (member)	B.N. Nandi (ERL)
INTERNATIONAL COMMITTEE ON COAL RESEARCH (member)	D.A. Reeve (ERL)
INTERNATIONAL COMMITTEE ON APPLIED MINERALOGY IN THE MINERAL INDUSTRY	
(Canadian representative)	W. Petruk (MSL)
(liaison representative)	W. Petruk (MSL)
INTERNATIONAL COMMITTEE ON FUELS AND LUBRICANTS (member)	S. Coulombe (ERL)
INTERNATIONAL DISTRICT HEATING AND COOLING ASSOCIATION	
International Relations Committee (chairman)	M. Wiggin (ERL)
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY	
Fossil Fuels Working Party (member)	D.A. Reeve (ERL)
Coal Research Executive Committee (member)	D.A. Reeve (ERL)
Coal-Liquid Mixture Implementing Agreement	H. Whaley (ERL)
Atmospheric Fluidized Bed Combustion Agreement	F.D. Friedrich (ERL)
	E.J. Anthony (ERL)
Low NO_x Coal Combustion of Pulverized Coal Agreement	G.K. Lee (ERL)
Coal Combustion Sciences Implementing Agreement	G.K. Lee (ERL)
	H. Whaley (ERL)
	P.M.J. Hughes (ERL)
Organizing Committee – International Conference on Coal Science	J.T. Price (ERL)
District Heating Implementing Agreement	M. Wiggin (ERL)
Advanced Heat Pump Implementing Agreement	M. Wiggin (ERL)
Program of Research Development and Production of Hydrogen from Water (Canadian Contact Technical)	S.M. Ahmed (MSL)

INTERNATIONAL FLAME RESEARCH FOUNDATION	
Aerodynamics Panel (member)	H. Whaley (ERL)
Flame Chemistry Panel (member)	E.J. Anthony (ERL)
Joint Committee (member)	G.K. Lee (ERL)
Pulverized Coal Panel (member)	H. Whaley (ERL)
Oil and Gas Panel (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
INTERNATIONAL INSTITUTE OF WELDING	
Canadian Council (chairman)	J.T. McGrath (PMRL)
Commission X, Residual Stress, Stress Relieving Brittle Fracture (member)	J.E.M. Braid (PMRL)
Commission XIII, Fatigue Testing Committee (member)	O. Vosikovsky (PMRL)
INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION	
Subcommittee 31A Flameproof Enclosures (chairperson)	J.A. Bossert (MRL)
Canadian Subcommittee Technical Subcommittee 31 Electrical Apparatus for Explosive Atmospheres (chairperson)	J.A. Bossert (MRL)
Subcommittee 31G (member)	G. Lobay (MRL)
Subcommittee 31H (member)	K.J. Mintz (MRL)
INTERNATIONAL JOURNAL OF COAL PREPARATION	
Editorial Board	M.W. Mikhail (CRL)
INTERNATIONAL JOURNAL OF MINE WATER	
Canadian editor	T.R.C. Aston (CRL)
INTERNATIONAL JOURNAL OF SURFACE MINING	
Editor	R.K. Singhal (CRL)
Editorial Advisory Board (member)	J. Beshai (TID)
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRESSURE VESSEL AND PIPING	
Editorial Board (member)	J.T. McGrath (PMRL)
INTERNATIONAL JOURNAL OF THERMOPHYSICS	
Editorial Board (member)	V.V. Mirkovich (MSL)
INTERNATIONAL MINERALOGICAL ASSOCIATION	
Commission of Applied Mineralogy (member)	W. Petruk (MSL)
Analytical Methods Subcommittee (rapporteur)	L.J. Cabri (MSL)
Commission of Ore Microscopy (Canadian representative)	L.J. Cabri (MSL)
Committee on Sulphosalts (member)	T.T. Chen (MSL)
INTERNATIONAL SOLVENT EXTRACTION TECHNOLOGY COMMITTEE (member)	G.M. Ritcey (MSL)
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS (member)	L.L. Sirois (MSL)
INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS (ISRM)	
Commission on Case Histories	D. Hedley (MRL)
Commission on Fracture Toughness Testing of Rock	G. Swan (MRL)
INTERNATIONAL SOCIETY FOR CHEMICAL REACTION ENGINEERING	
Canadian International Symposium on Chemical Reactor Engineering (1990) Organizing Committee (member)	J.F. Kelly (ERL)
INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION (ISO)	
ISO/TC-27, Solid Mineral Fuels Canadian Advisory Committee (chairman)	L. Janke (ERL)
ISO/TC-27/SCI (convener)	H.A. Hamza (CRL)
ISO/TC-27/SC-2, Brown Coals and Lignites (secretary)	L. Janke (ERL)
(member at large)	R. Prokopuk (ERL)
ISO/TC-27/SC-2/WG-15, Coal Abrasion (member)	R. Prokopuk (ERL)
ISO/TC-27/SC-3, Coke (member)	J.F. Gransden (ERL)

ISO/TC-27/WG-12, Plasticity (member)	T.A. Lloyd (ERL)
ISO/TC-102/SC-3, Physical Testing of Iron Ores (chairman)	J.T. Price (ERL)
ISO/TC-109, Domestic Oil Burners (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
ISO/TC-146/SC-1, Air Quality – Stationary Source Emissions (member)	H. Whaley (ERL)
ISO/TC-26/SC-1, Copper and Copper Alloys (member)	D.J. Barkley (MSL)
ISO/TC-17/SC-1, Analysis of Steel and Cast Iron (members)	D.J. Barkley (MSL)
	R.G. Sabourin (MSL)
ISO/TC-175, Fluorspar (member)	T.T. Chen (MSL)
ISO/TC-183, Copper, Lead and Zinc Ores and Concentrates (members)	J.A. Graham (MSL)
	R. Sutarno (MSL)
ISO/TC-102, Iron Ores (member)	J.C. Hole (MSL)
(chairman)	G.W. Riley (MSL)
(member)	R. Sutarno (MSL)
(member)	J.M.D. Wilson (MSL)
ISO/TC-146/147/SC-3, WGI, Detection Asbestos Fibre in Air (member)	P.R. Mainwaring (MSL)
ISO/TC-71, Concrete (chairperson)	V.M. Malhotra (MSL)
ISO/TC-56, Mica (chairman)	G.W. Riley (MSL)
ISO/TC-24, Sieves, Sieving and Other Sizing Methods (member)	J.M.D. Wilson (MSL)
ISO/TC-102/SC-5 Iron Ores (member)	J.M.D. Wilson (MSL)
ISO/TC-102/SC-3 Iron Ores (member)	J.M.D. Wilson (MSL)
ISO/REMCO, Reference Materials (chairperson)	H.F. Steger (MSL)
(member)	R. Sutarno (MSL)
(member)	C.W. Smith (MSL)
ISO/TC-102/SC-1, Sampling Subcommittee (chairperson)	R. Sutarno (MSL)
ISO/TC-102/SC-2/WG-12, Chemical Analysis Subcommittee, Working Group on Evaluation of Statistical Data (convener)	R. Sutarno (MSL)
ISO/TC-102/SC-2, Study Group on Reference Materials – Iron Ores (Canadian representative)	R. Sutarno (MSL)
(chairperson)	J.C. Hole (MSL)
ISO/TC-69, Applications of Statistical Methods (member)	R. Sutarno (MSL)
ISO/TC-69/SC-6, Application of Precision Data (chairperson)	R. Sutarno (MSL)
ISO/TC-183/WG-10, Statistical Evaluation of Test Programs (convener)	R. Sutarno (MSL)
ISO/SC-11, Steel Castings (member)	V.L. Caron (PMRL)
ISO/TC-17/SC-16, Steel for the Reinforcement and Prestressing of Concrete (member)	R.J. Brigham (PMRL)
ISO/TC-25, Cast Iron (member)	R.K. Buhr (PMRL)
ISO/TC-135/SC-7, NDT Personal Certification (secretary)	V.L. Caron (PMRL)
ISO/TC-164, Mechanical Testing of Metals (members)	A.F. Crawley (RPO)
	O. Vosikovsky (PMRL)

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION CANADIAN ADVISORY COMMITTEE

Committee on Certification – CADCO (member)	J.A. Bossert (MRL)
Technical Committee 41/Subcommittee 3, Conveyor Belting (member)	K.J. Mintz (MRL)
Technical Committee 146 – Air Quality and Working Groups, SiO_2 and Inorganic Fibres (member)	G. Knight (MRL)

1986 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON IRON CONTROL IN HYDROMETALLURGY

(co-chairman)	J.E. Dutrizac (MSL)
(publicity chairperson)	D.J. MacKinnon (MSL)

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ACCELERATED COOLING OF ROLLED STEEL	
Organizing Committee (co-chairman)	A.F. Crawley (RPO)
(co-chairman)	G.E. Ruddle (PMRL)
(member)	J.D. Boyd (PMRL)
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTER MODELLING OF FABRICATION PROCESSES AND CONSTITUTIVE BEHAVIOUR OF METALS	
Organizing Committee (chairman)	J.J.M. Too (PMRL)
(members)	A.F. Crawley (PMRL) G. Roy (PMRL)
INTERNATIONAL THERMAL CONDUCTIVITY (Conference Director)	V.V. Mirkovich (MSL)
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GEOTECHNICAL STABILITY IN SURFACE MINING	
Symposium Organizing Committee (chairman)	R.K. Singhal (CRL)
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CONTINUOUS SURFACE MINING	
Symposium Organizing Committee (member)	R.K. Singhal (CRL)
INTERNATIONAL TUNNELLING ASSOCIATION	
Tunnelling Association of Canada (member)	J. Udd (MRL)
Commission I.6 Colloid and Surface Chemistry Including Catalysis (member)	C.W. Fairbridge (RPO)
JOINT CANADA/U.S.A. COOPERATIVE RESEARCH PROJECT ON WIRE ROPE AND HOISTING TECHNOLOGY	
Advisory Panel (member)	W.L. Caron (PMRL)
JOURNAL OF ECONOMIC GEOLOGY:	
3rd Special Platinum Issue (editor)	L.J. Cabri (MSL)
JOURNAL OF SEPARATION PROCESS TECHNOLOGY	
Editorial board (member)	G.M. Ritcey (MSL)
NATIONAL SYMPOSIUM ON SURFACE MINING, HYDROLOGY, SEDIMENTOLOGY, U.S.A.	
Technical Program Committee (member)	R.K. Singhal (CRL)
NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION (NATO)	
NATO Advanced Study Institute on Chemical Reactor Design and Technology, London, Ontario (1985)	
Organizing Advisory Committee (member)	M. Ternan (ERL)
NUCLEAR ENERGY AGENCY	
International Intercalibration and Intercomparison Program for Radon, Thoron, and Their Daughters (member)	J. Bigu (MRL)
Probabilistic Systems Assessment Code Users Group	R.W. Holmes (MSL)
International Group of Experts on Methodology and Monitoring of Radon, Thoron, and their Daughters (consultant)	M.G. Townsend (MSL)
ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD)	
International Group of Experts on Unstable Substances (IGUS) (national representative)	R.R. Vandebeek (MRL)
IGUS-Ammonium Nitrate Working Group (co-leader)	R.R. Vendebeek (MRL)
Interdepartmental Committee, Committee for Scientific and Technological Policy (departmental representative)	V.L. Caron (PMRL)
PRESSURE VESSEL RESEARCH COUNCIL (member)	R.S. Chandel (PMRL)
SCRIPTA METALLURGICA (associate editor)	W.R. Tyson (PMRL)

SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE USE OF FLY ASH, SLAG AND SILICA FUME MADRID 1986
(member) ..... G.G. Carette (MSL)
Committee on NDT of Concrete (member) ..... V.M. Malhotra (MSL)
Organizing Committee Secretary, Treasurer (member) ..... H.S. Wilson (MSL)

SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT
Advisory Committee (member) ..... R.D. John (MSL)

SWEDEN/CANADA MEMORANDUM OF UNDERSTANDING ON ENERGY CONSERVATION TECHNOLOGY
District Heating Coordination ..... M. Wiggin (ERL)

SCIENCE AND TECHNOLOGY OF TRIBUTYL PHOSPHATE
Editorial Board (member) ..... G.M. Ritcey (MSL)

TENTH INTERNATIONAL COAL PREPARATION CONGRESS (1986)
Steering Committee (member) ..... T.D. Brown (CRL)
Foreign Languages Committee (chairman) ..... A.S. Romaniuk (CRL)
Technical Program Committee (chairman) ..... M.W. Mikhail (CRL)
Organizing Committee (member) ..... M.J. Stefanski (MSL)
(member) ..... L.L. Sirois (MSL)

TWENTY-SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE OF SAFETY IN MINES RESEARCH INSTITUTES
Candian Representative ..... D.B. Stewart (CRL)

U.S./CANADA INTERAGENCY WOOD COMBUSTION
Research Group (member) ..... A.C.S. Hayden (ERL)

U.S./CANADA MEMORANDUM OF UNDERSTANDING FOR COOPERATION ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN TAR SANDS (OIL SANDS) AND HEAVY OIL
Executive Committee (Canadian chairman) ..... D.A. Reeve
(Canadian secretary) ..... A.E. George
(Canadian member) ..... H. Sawatzky
Technical Committee for Annex I (members) ..... H. Sawatzky
..... R. Lafleur

U.S./CANADA MEMORANDUM OF UNDERSTANDING FOR COOPERATION ON ENERGY R&D
Management Committee (member) ..... D.A. Reeve (ERL)

UNITED NATIONS
Group of Experts on Explosives (delegate) ..... R.R. Vandebeek (MRL)

UNITED NATIONS INFOTERRA INTERNATIONAL DIRECTORY OF SOURCES
(Environmental expert member) ..... R. Prokopuk (ERL)

VERSAILLES PROJECT ON ADVANCED MATERIALS AND STANDARDS
(member) ..... J.T. McGrath (PMRL)

WOOD HEATING ALLIANCE
Engineering Committee (member) ..... A.C.S. Hayden (ERL)
Emissions Testing (member) ..... R.W. Braaten (ERL)

WORLD MINING EQUIPMENT
Editorial Advisory Board ..... R.K. Singhal (CRL)

UNITED STATES OF AMERICA

AMERICAN CERAMIC SOCIETY
Basic Science Division (member) ..... A. Ahmad (MSL)
(member) ..... A.K. Kuriakose (MSL)

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE	
Technical Activities Committee (member)	V.M. Malhotra (MSL)
ACI Committee 114 on Research Needs in Concrete (member)	V.M. Malhotra (MSL)
ACI Committee 226/Subcommittee on Silica Fume (chairperson)	V.M. Malhotra (MSL)
Malesian Research Council (member)	V.M. Malhotra (MSL)
Publication Committee (member)	V.M. Malhotra (MSL)
Technical Committee (214, 226, 228 and 568) (member)	V.M. Malhotra (MSL)
AMERICAN DEEP DRAWING RESEARCH GROUP (member)	A.F. Crawley (RPO)
AMERICAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY	
Brass and Bronze Division	
Executive Committee (vice-chairman)	M. Sahoo (PMRL)
Research Committee (member)	M. Sahoo (PMRL)
Zinc-Aluminium Subcommittee (vice-chairman)	M. Sahoo (PMRL)
Permanent Mould Committee (member)	M. Sahoo (PMRL)
Ductile Iron Division Research Committee (chairman)	R.K. Buhr (PMRL)
Technology Transfer Committee (member)	R.K. Buhr (PMRL)
(chairman)	M. Sahoo (PMRL)
Technical Council (member)	M. Sahoo (PMRL)
AMERICAN INSTITUTE OF MINING, METALLURGICAL AND PETROLEUM ENGINEERS	
Publications Committee (member)	J.E. Dutrizac (MSL)
Lead, Zinc, Tin Committee (member)	J.E. Dutrizac (MSL)
Process Mineralogy (member)	P.R. Mainwaring (MSL)
(member)	J.A. Soles (MSL)
Methodology, Process Mineralogy (chairperson)	W. Petruk (MSL)
AMERICAN SOCIETY FOR METALS	
Canada Council for ASM (treasurer)	R.W. Revie (PMRL)
Technical Division Board (member)	W.H. Erickson (PMRL)
World Materials Congress Planning Committee 1988 (member)	W.H. Erickson (PMRL)
International Metals Reviews Committee (member)	W.R. Tyson (PMRL)
Ottawa Valley Chapter (chairman)	J.T. McGrath (PMRL)
(vice-chairman)	M. Sahoo (PMRL)
(secretary-treasurer)	J.T. Bowker (PMRL)
(asst. secretary-treasurer)	B. Faucher (PMRL)
(education chairman)	J.E.M. Baird (PMRL)
(member executive committee)	R. Bouchard (PMRL)
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)	
D-2, Petroleum Products and Lubricants (member)	R.J. Lafleur (ERL)
D-5, Committee Membership (secretary)	L. Janke (ERL)
Committee Executive (member)	L. Janke (ERL)
Committee (member)	M.D. Farrell (ERL)
D-5, Coal, Coke, Gaseous Fuels (member at large)	R. Prokopuk (ERL)
D-32, Catalysis (members)	C. Fairbridge (ERL)
	S.H. Ng (ERL)
D-34, Waste Disposal (member)	E.J. Anthony (ERL)
D-38, Utilization of Waste Materials (member)	E.J. Anthony (ERL)
D-22, Environmental Monitoring and Assessment (member)	R. Prokopuk (ERL)
D-5-07, Physical Properties of Coal (member)	T.A. Lloyd (ERL)
D-5-22, Physical Testing of Coke (member)	T.A. Lloyd (ERL)
D-5-28, Petrographic Analysis of Coal (members)	B.N. Nandi (ERL)
	J.C. Jorgensen (ERL)
E-42 Surface Spectroscopy (member)	J.R. Brown (ERL)
Committee on Standards	L. Janke (ERL)
Thermodynamic Performance of Solid Feed Appliances	R.W. Braaten (ERL)
B-05 Copper (member)	M. Sahoo (PMRL)
E-9, Fatigue (member)	O. Vosikovsky (PMRL)
E-24, Fracture Testing of Metals (members)	W.R. Tyson (PMRL)

NFE-24, Fracture Testing of Metals (members)	K.C. Wang (PMRL)
	O. Vosikovsky (PMRL)
E-24.01, Test Methods (member)	W.R. Tyson (PMRL)
E-24.02, Fractography (member)	W.R. Tyson (PMRL)
E-24.03, Alternative Fracture Test Methods (member)	K.C. Wang (PMRL)
E-24.04.05, Task Group on Fatigue Crack Growth Rate Testing in Aqueous Environments (member)	O. Vosikovsky (PMRL)
E-24.06, Applications (member)	W.R. Tyson (PMRL)
E-24.08, Elastic Plastic Fracture Testing (members)	K.C. Wang (PMRL)
	W.R. Tyson (PMRL)
E-28, Mechanical Testing (member)	K.C. Wang (PMRL)
E.02, Emission Spectroscopy (member)	R.E. Horton (MSL)
Task Group on Line Overlap in X-Ray Spectrometry (leader)	R.E. Horton (MSL)
C-09, Concrete (member)	V.M. Malhotra (MSL)
C-09.02.05, Subcommittee on Nondestructive Testing of Concrete (chairman)	V.M. Malhotra (MSL)
E-16, Sampling and Analysis of Metal-Bearing Ores (member)	R. Sutarno (MSL)
Working Group on Sampling (member)	R. Sutarno (MSL)
AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS	
Air Pollution Control Division General Committee (member)	H. Whaley (ERL)
Combustion and Fuels Technology Research Committee (member)	G.K. Lee (ERL)
Research Committee on Corrosion and Deposits from Combustion Gases (member)	G.K. Lee (ERL)
Honors and Awards Committee, Papers Review, Fuels Division (member)	H. Whaley (ERL)
Air Pollution Control Division, Papers Review Committee (member)	H. Whaley (ERL)
American Power Conference Organization Committee (member)	H. Whaley (ERL)
Percy Nicholls Award Committee (member)	G.K. Lee (ERL)
INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA	
Committee SP-12, Instruments for Use in Hazardous Locations (member)	J.A. Bossert (MRL)
COLLABORATIVE PLANNING COMMITTEE FOR DIESEL EMISSION REDUCTION	
R&D (CANMET Representative)	E.D. Dainty (MRL)
METALS PROPERTIES COUNCIL INC.	
Subcommittee 9, Materials for Fossil Fuel Conversion and Utilization (member)	J.B. Gilmour (PMRL)
NATIONAL ENGINEERING FOUNDATION	
Fuels for Tomorrow Conference Organizing Committee (member)	G.K. Lee (ERL)
Fouling and Slagging from Full Impurities Conference Organizing Committee (member)	G.K. Lee (ERL)
NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS	
Task Group T-1F-9, Metallic Materials Testing Techniques for Sulphide Corrosion Cracking (member)	R.W. Revie (PMRL)
Unit Committee T-1F, Metallurgy of Oil Field Equipment (member)	R.W. Revie (PMRL)
Group Committee T1, Corrosion Control in Petroleum Production (member)	R.W. Revie (PMRL)
Unit Committee T-1K, CO_2 Corrosion in Oil and Gas Production (member)	R.W. Revie (PMRL)
Unit Committee T-2F, Materials for Coal Combustion and Conversion (member)	J.B. Gilmour (PMRL)
Unit Committee T-3L, Electrochemical and Electrical Techniques for Corrosion Measurement and Control (member)	R.W. Revie (PMRL)
Group Committee T-10, Underground Corrosion Control (member)	R.W. Revie (PMRL)
Unit Committee T-3, Corrosion Science and Technology (member)	R.W. Revie (PMRL)

NATIONAL RESEARCH COUNCIL U.S.A.
Transportation Research Board
Committee A2 E03, Mechanical Properties of Concrete (chairman) ..... V.M. Malhotra (MSL)

AMERICAN WELDING JOURNAL
Publication Review Board (members) ..... J.T. McGrath (PMRL)
..... R.S. Chandel (PMRL)

JOURNAL OF MATERIALS FOR ENERGY SYSTEMS MANUSCRIPT
Review Board (member) ..... R.W. Revie (PMRL)

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY
CLM Standards and Practices Committee (member) ..... H. Whaley (ERL)
CLM Combustion Subcommittee (chairman) ..... H. Whaley (ERL)

CANADA: FEDERAL GOVERNMENT

BIOMINET (chairman) ..... M.C. Campbell (MSL)
(secretary) ..... R.G.L. McCready (MSL)

CANADIAN ARMED FORCES CORROSION PREVENTION COMMITTEE
Ottawa Subcommittee (member) ..... R.W. Revie (PMRL)

CANADA/NEWFOUNDLAND MINERAL DEVELOPMENT AGREEMENT
Technical Subcommittee for Mining and Mineral Technology (chairperson) ..... M. Stefanski (MSL)

CANADIAN GENERAL STANDARDS BOARD
Committee on Certification of NDT Personnel (member) ..... V.L. Caron (PMRL)
48-GP, Nondestructive Testing: Radiography, Ultransonics, Magnetic Particle Inspection, Liquid Penetrant Method, Eddy Current Techniques (member) ..... V.L. Caron (PMRL)
GP-34, Asbestos-Cement Products (member) ..... E. Douglas (MSL)
3-GP, Petroleum Test Methods Subcommittee (member) ..... M.F. Wilson (ERL)
Committee on Middle Distillate Fuels (member) ..... A.C.S. Hayden (ERL)
Subcommittee on Heating Fuels (chairman) ..... A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Gasoline and Alternative Automotive Fuels (member) ..... A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Petroleum Products (member) ..... R.J. Lafleur (ERL)
Committee on Test Methods (member) ..... R.J. Lafleur (ERL)
Committee on Identification of Medical Gas Cylinders, Pipelines and Flush-type Valves (member) ..... L.P. Mysak (ERL)
Committee on Pressure Gauges (member) ..... L.P. Mysak (ERL)

CANADIAN GOVERNMENT SPECIFICATIONS BOARD (CGSB)
Diesel Fuel Panel of the CGSB Subcommittee on Middle Distillates (member) ..... J.P. Mogan (MRL)

CANMET
CANMET/PETROCAN Materials Subcommittee (member) ..... J.T. McGrath (PMRL)
Committee on Environment Improvement (member) ..... R.K. Buhr (PMRL)
Committee on Electronic Data Processing (members) ..... D.W.G. White (PMRL)
..... J.J.M. Too (PMRL)
Task Force on Welding Consumable Development (chairman) ..... J.E.M. Braid (PMRL)
PMRL/CANMET Metallurgical Task Force on the CANMET Hydrocracker at PETROCAN (members) ..... R.S. Chandel (PMRL)
..... V.L. Caron (PMRL)
..... R.W. Revie (PMRL)
PMRL/Industry Steering Committee on Weld Overlay Disbonding (chairman) ..... J.T. McGrath (PMRL)
Program 6.5, Committee on Materials R&D for Offshore Structures (chairman) ..... M. Sahoo (PMRL)

CANMET EDP Acquisitions Committee (member)	M.C. Campbell (MSL)
CAD Committee (member)	R. Sutarno (MSL)
(member)	B.A. Euser (PMRL)
CANMET Hydrocracking	
Liaison Committee (chairman)	J.M. Denis (ERL)
Patents and Publications Committee (member)	J.M. Denis (ERL)
Patent Coordination (representative)	D.J. Patmore (ERL)
CANMET Coprocessing Policy Committee (member)	J.F. Kelly (ERL)
ENERGY, MINES AND RESOURCES CANADA	
Alberta/Canada Energy Resources Research Fund Waste Heat Recovery R, D&D Sub-Program (member)	M. Wiggin (ERL)
Canada/New Brunswick Coal-Oil Shale Combustion Agreement	
Management Committee (member)	G.K. Lee (ERL)
Technical Committee (chairman)	F.D. Friedrich (ERL)
(member)	V.V. Razbin (ERL)
Canada/Saskatchewan Heavy Oil/Fossil Fuels Agreement	
Management Committee (member)	D.A. Reeve (ERL)
Technical Advisory Committee (member)	M.F. Wilson (ERL)
(member)	A.E. George (ERL)
Canada/Nova Scotia Power Corporation Agreement re Fluid Bed Test Facility at Point Tupper, N.S.	
Management Committee (member)	F.D. Friedrich (ERL)
Canada-Ontario-Industry Rockburst Project	
Project Management Committee (Member)	J.E. Udd (MRL)
Project Technical Committee (Chairperson)	D.G.F. Hedley (MRL)
Long-term Management of Reactive Acid Tailings Sulphides	
Steering Committee (member)	J.E. Udd
Technical Working Group (member)	R. Tervo
Committee on Radioactive Waste Containment (member)	G.E. Larocque (MRL)
Occupational and Environmental Research for Uranium	
Production, Joint Panel (secretary)	R. Tervo (MRL)
(member)	J. Bigu (MRL)
Uranium Resource Appraisal Group: Subcommittee on Reasonably Assured Resources of Uranium (chairman)	A. Fustos (MRL)
Uranium Resource Appraisal Group: Subcommittee on Estimated Additional Resources of Uranium (member)	A. Fustos (MRL)
Uranium Resource Appraisal Group: Subcommittee on	
Economics of Supply and Demand for Uranium (member)	A. Fustos (MRL)
Uranium Resource Appraisal Group (member)	A. Fustos (MRL)
Committee on Occupational Health and Safety (members)	A. Hitchen (MSL)
	R.E. Horton (MSL)
	C. Lalonde (MSL)
ENVIRONMENT CANADA	
FBC Technology Environmental Advisory Committee (member)	E.J. Anthony (ERL)
Gold Processors Working Group (member)	E.G. Joe (MSL)
INTERDEPARTMENTAL	
Committee on Biomass R&D (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Building Energy R&D (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Fuels and Lubricants (members)	M.F. Wilson (ERL)
	S.W. Lee (ERL)
Lead in Gasoline (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Fuel Committee (member)	F.D. Friedrich (ERL)
Management Committee for CANMET Hydrocracking (chairman)	J.M. Denis (ERL)
Committee on Retrofit Devices and Additives (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Task Force on Stack Height Estimation (member)	H. Whaley (ERL)
Committee on Liquid Fuels in Transportation (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Space (peer reviewer)	J.A. Jackman (PMRL)

Committee on Standards Policy	H.F. Steger (MSL)
Working Group on Biotechnology (member)	M.C. Campbell (MSL)
INTERBRANCH LIAISON, INDUSTRIAL MINERAL (chairman)	R.K. Collings (MSL)
(members)	P.R.A. Andrews (MSL)
	H.S. Wilson (MSL)
	J.A. Soles (MSL)
	D. Doyle (MSL)
	S.D. Wang (MSL)
	D. Lamothe (MSL)
NATIONAL RESEARCH COUNCIL	
PILP Joint Review Board for CANMET Portable X-Ray Stress Diffractometer (member)	D.W.G. White (PMRL)
NATIONAL RESEARCH COUNCIL ASSOCIATE COMMITTEE ON SCIENTIFIC CRITERIA FOR ENVIRONMENTAL QUALITY	
Committee on Emissions from Residential Combustion Appliances (chairman)	A.C.S. Hayden (ERL)
NATURAL SCIENCES AND ENGINEERING RESEARCH COUNCIL	
Committee on Technology for Silicon Integrated Circuits (member)	M.G. Townsend (MSL)
University/Industry Research Chair Program Technical Ad Hoc Commitee (chairman, member)	J.R. Brown (ERL)
Industrial Research Fellowship Selection Committee (chairman)	W.H. Erickson (PMRL)
Chemical and Metallurgical Engineering Grant Selection Committee (scientific secretary)	W.N. Roberts (PMRL)
Grant Selection Committee, Chemical and Metallurgical Engineering (member)	J.E. Dutrizac (MSL)
TRANSPORT CANADA	
Advisory Board on Welding Methods for Aluminum (member)	J.E.M. Braid (PMRL)
Technical Committee on Dangerous Goods (member)	R.R. Vandebeek (MRL)
TECHNICAL SUBCOMMITTEE FOR MINING AND MINERAL TECHNOLOGY, CANADA/NEWFOUNDLAND MINERAL DEVELOPMENT (co-chairman)	M. Stefanski (MSL)
(co-chairman)	D.H. Bell (MSL)
URANIUM RESOURCE APPRAISAL GROUP (member)	M.C. Campbell (MSL)
DEPARTMENT OF REGIONAL INDUSTRIAL EXPANSION	
Technical Advisory Committee for the Canada/New Brunswick Sulphation Roast-Leach Pilot Plant (member)	W.J.S. Craigen (MSL)
Board of Directors for Enhanced Recovery Systems (member)	W.J.S. Craigen (MSL)
Technical Advisory Committee for Northern Smelters Modernization (member)	W.J.S. Craigen (MSL)
UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA – THE CENTRE FOR METALLURGICAL PROCESS DEVELOPMENT	
Technical Advisory Board (member)	M.C. Campbell (MSL)

CANADA

ALBERTA/CANADA ENERGY RESOURCE RESEARCH FUND (EMR representative)	T.D. Brown (CRL)
ALBERTA OFFICE OF COAL RESEARCH AND TECHNOLOGY	
Federal Representative	T.D. Brown (CRL)
Technical Panel (EMR Representative)	D.E. Axelson (CRL)
ALBERTA WHEAT POOL STEERING COMMITTEE	
EMR Representative	W.I. Friesen (CRL)

AOSTRA/INDUSTRY/EMR	
Heavy Oil Pipelineability Study (member)	A.E. George (ERL)
Upgrader Residue Utilization Study Management Committee	
(member)	F.D. Friedrich (ERL)
(alternate member)	J.M. Denis (ERL)
Underground Test Facility	
(member)	A.E. George (ERL)
Technical Committee of Gregoire Lake In-situ Steam Project	
(member)	A.E. George (ERL)
ATLANTIC COAL LIQUID MIXTURE WORKING GROUP (member)	H. Whaley (ERL)
CANADA/SASKATCHEWAN PROJECT ON PIPELINING OF HEAVYCRUDE OILS	
Advisory Committee (member)	M.W. Mikhail (CRL)
CANADIAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS	
Division of Industrial and Applied Physics (chairman)	J.P. Monchalin (PMRL)
CANADIAN MINING JOURNAL	
Editorial Advisory Board (member)	R.K. Singhal (CRL)
CANADIAN CARBONIZATION RESEARCH ASSOCIATION	
Board of Directors (member)	D.A. Reeve (ERL)
(secretary)	J.T. Price (ERL)
Technical Committee (member)	J.F. Gransden (ERL)
(secretary)	A.T. Lloyd (ERL)
CANADIAN COAL PETROGRAPHERS GROUP (member)	J.G. Jorgensen (ERL)
(secretary)	B.N. Nandi (ERL)
CANADIAN COMMITTEE FOR RESEARCH ON THE STRENGTH AND FRACTURE OF MATERIALS (board member)	W.R. Tyson (PMRL)
CANADIAN CONTINUOUS STEEL CASTING RESEARCH GROUP (member)	R. Thomson (PMRL)
(observer)	A.R. Palmer (PMRL)
CANADIAN COUNCIL OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF WELDING	
(chairman)	J.T. McGrath (PMRL)
CANADIAN ELECTRICAL ASSOCIATION	
Advisory Panel on Emissions Control	G.K. Lee (ERL)
Project on Circulating AFBC Waste Characteristics	
(Technical advisor)	E.J. Anthony (ERL)
Project on Flame Scanners for Coal Firing Monitoring	
(Technical advisor)	P.M.J. Hughes (ERL)
CANADIAN CERAMIC SOCIETY	
Electronics and Basic Science Division (chairman)	A. Ahmad (MSL)
Editor-in-Chief of the Journal	K.E. Bell (MSL)
Electronics Basic Science Division (director)	T.A. Wheat (MSL)
Ceramographic Competition (vice-chairman)	T.A. Wheat (MSL)
(judge)	A. Ahmad (MSL)
Publications Committee (chairman)	T.A. Wheat (MSL)
CANADIAN GAS ASSOCIATION	
Gas Fired Appliances for Hazardous Locations NO.CGA 2.25	
(member)	G. Lobay (MRL)
Standards Committee (member)	G.K. Lee (ERL)
Seasonal Performance of Gas-Fired Appliances	A.C.S. Hayden (ERL)
Industrial and Commercial Gas Burners	F. Preto (ERL)
Industrial and Commercial Gas Package Furnaces/Boilers	F. Preto (ERL)
CANADIAN GEOTECHNICAL SOCIETY	
Ottawa Geotechnical Group (executive member)	M. Bétournay (MRL)
Subcommittee on Tunnelling (member)	M. Gyenge (MRL)

CANADIAN HOME BUILDERS ASSOCIATION
- Task Force on Future Space Conditioning Systems (member) ..... A.C.S. Hayden (ERL)
- Committee on Controlled Ventilation and Heat Recovery (member) ..... A.C.S. Hayden (ERL)
- Committee on R2000 Technical Requirements (member) ..... A.C.S. Hayden (ERL)
- Technical Research Committee (members) ..... A.C.S. Hayden (ERL)
  ..... F. Preto (ERL)

CANADIAN INSTITUTE OF ENERGY (director) ..... E.J. Anthony (ERL)
- Ottawa Branch (treasurer) ..... E.J. Anthony (ERL)
- Ottawa Branch Executive Committee (member) ..... S.W. Lee (ERL)
  (communications) ..... J. Beshai (TID)

CANADIAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGY
- Ad Hoc Committee on Mining and Mineral Processing Research (members) ..... J.E. Udd (MRL)
  ..... N. Billette (MRL)
- Algoma Branch (lab representative) ..... B. Arjang (MRL)
- Basic Sciences Committee (technical program co-ordinator) ..... L.E. Collins (PMRL)
- Coal Division
  - Coal Preparation Section – Program Committee (vice chairperson) ..... M.W. Mikhail (CRL)
  - Executive Committee (2nd vice-chairman) ..... A.S. Romaniuk (CRL)
  - Steering Committee (member) ..... T.D. Brown (CRL)
  - Technical Program Committee (chairman) ..... G. Zahary (RPO)
    (member) ..... D.B. Stewart (CRL)
  - Publications Committee (chairperson) ..... J. Beshai (TID)
  - Research Grant for Mining Technology Committee Newsletter (editor) ..... R.K. Singhal (CRL)
- Computer Application and Process Control Committee (CAPCC)
  - (Executive Committee member) ..... B. Das (CRL)
  - (member) ..... D. Laguitton (MSL)
  - Publications (chairman) ..... B. Das (CRL)
- Canadian Mineral Processors Division (secretary) ..... D. Doyle (MSL)
- Building Representative ..... C. Lalonde (MSL)
- Committee on Education for the Mineral Industry (chairman) ..... J.E. Udd (MRL)
  (member) ..... N. Billette (MRL)
- Historical Metallurgical Committee (member) ..... J.E. Dutrizac (MSL)
- Hydrocarbon Subcommittee (member) ..... R.K. Singhal (CRL)
- Hydrometallurgy Section Executive (members) ..... J.E. Dutrizac (MSL)
  ..... G.M. Ritcey (MSL)
- Instrumentation Subcommittee (member) ..... T.R.C. Aston (CRL)
- Materials Engineering Committee (member) ..... W.R. Tyson (PMRL)
  (member) ..... G.E. Ruddle (PMRL)
- Metallurgical Society Board of Directors (member) ..... A.F. Crawley (PMRL)
- Metallurgical Society Iron and Steel Section (member) ..... R. Thomson (PMRL)
- Metallurgical Society, Publications Committee (member) ..... J.D. Boyd (PMRL)
- Technical Program Committee: 1987 Conference of Metallurgists ..... G.E.Ruddle (PMRL)
- Mineral Sciences and Metallography Section, Metallurgical Society (chairman) ..... P.R. Mainwaring (MSL)
- Ottawa Branch (executive committee member) ..... D. Walsh (MSL)
- Publications Committee (member) ..... A.S. Romaniuk (CRL)
- Rockbursts and Strata Control Committee (vice-chairman) ..... J. Udd (MRL)
- Rock Mechanics and Strata Control Committee (vice-chairman) ..... J.E. Udd (MRL)
- Special Volumes Committee (representative) ..... L.J. Cabri (MSL)
  (member) ..... R.K. Collins (MSL)
- Sedimentary Structures and Subsidence Subcommittee (member) ..... T.R.C. Aston (CRL)
- Subcommittee on Backfill (member) ..... G. Swan (MRL)
- Subcommittee on Rockbursts (vice-chairman) ..... C.B. Graham (MRL)

CANADIAN JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING
Associate editor ..... V.M. Malhotra (MSL)

CANADIAN MINERAL PROCESSORS CONFERENCE (treasurer) ..... E.G. Joe (MSL)
(secretary) ..... D. Doyle (MSL)

CANADIAN MINERALOGIST
Associate editor ..... J.T. Szymanski (MSL)

CANADIAN NATIONAL COMMITTEE ON THE INTERNATIONAL ALLOY
PHASE DIAGRAM PROGRAM (chairman) ..... W.H. Erickson (PMRL)

CANADIAN NATIONAL COMMITTEE FOR THE INTERNATIONAL UNION
OF CRYSTALLOGRAPHY (secretary) ..... J.T. Szymanski (MSL)

CANADIAN ROCK MECHANICS ASSOCIATION (RMSCC)
Subcommittee on Non-Explosive Breakage Methods (member) ..... M. Gyenge (MRL)
Subcommittee on Monitoring (member) ..... G. Herget (MRL)
Subcommittee on Soft Rock (member) ..... G. Herget (MRL)

CANADIAN SOCIETY FOR NONDESTRUCTIVE TESTING FOUNDATION
(Executive member and Foundation Trustee) ..... V.L. Caron (PMRL)
Long Term Planning Committee (member) ..... V.L. Caron (PMRL)

CANADIAN SOCIETY FOR CHEMICAL ENGINEERING
Ottawa-Hull Section Executive (past-chairman) ..... M.I. Ikura (ERL)
(chairman) ..... J.D. Chase (ERL)
(secretary) ..... J. Monnier (ERL)
(vice-chairman) ..... V. Allenger (ERL)
(program-chairman) ..... V. Allenger (ERL)
Continuing Conference Program Subcommittee
Local Section (representative) ..... J. Kriz (ERL)

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION
Committee on Cement A.5 (member) ..... G.G. Carette (MSL)
Committee on Cement Admixtures (member) ..... G.G. Carette (MSL)
Committee on Gypsum and Lime A.82 (member) ..... P.R.A. Andrews (MSL)
Editorial Subcommittee (chairman) ..... P.R.A. Andrews (MSL)
Executive Committee on Aggregates and Concrete
A.23.1, A.23.2, A.23.3 (member) ..... V.M. Malhotra (MSL)
CSA Committee A.23.1 (member) ..... V.M. Malhotra (MSL)
Subcommittee on Cement-Aggregate Reactivity (member) ..... J.A. Soles (MSL)
Committee on Cement and Aggregate (member) ..... J.A. Soles (MSL)
Committee on Applications of Statistical
Methods (member) ..... R. Sutarno (MSL)
Cast Iron (member) ..... R.K. Buhr (PMRL)
Essential Variables Task Group (member) ..... J.T. McGrath (PMRL)
Fracture Toughness Task Group (member) ..... J.T. McGrath (PMRL)
Health and Safety in Laser and Electron Beam Welding
(member) ..... J.F. McGrath (PMRL)
Pipeline Material (members) ..... K.C. Wang (PMRL)
..... W.R. Tyson (PMRL)
Properties of Materials (members) ..... K.C. Wang (PMRL)
..... W.R. Tyson (PMRL)
Reinforcing Material for Concrete (member) ..... R.J. Brigham (PMRL)
Significance of Defects (member) ..... J.T. McGrath (PMRL)
Steel Fixed Offshore Structures (executive member) ..... W.H. Erickson (PMRL)
Materials Working Group (chairman) ..... W.R. Tyson (PMRL)
(member) ..... J.E. Baird (PMRL)
Working Group on Welding (member) ..... J.E.M. Braid (PMRL)
Corrosion Protection Subgroup (members) ..... J.B. Gilmour (PMRL)
..... R.J. Brigham (PMRL)

Overlay disbonding (member)	R.S. Chandel (PMRL)
Working Group on Materials (chairman)	W.R. Tyson (PMRL)
Working Group on Fatigue (member)	O. Vosikovsky (PMRL)
Steel Line Pipe for Research (members)	K.C. Wang (PMRL)
	W.R. Tyson (PMRL)
	R.F. Knight (PMRL)
Structural Steel (member)	J.T. McGrath (PMRL)
Joining Subcommittee of Pipeline Steels Z183, Z184 (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Oil Heating Systems (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Subcommittee on Chimney Dampers (member)	H. Whaley (ERL)
Air Pollution Control (executive)	F.D. Friedrich (ERL)
Incinerator Performance (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Steering Committee on Fire Safety	A.C.S. Hayden (ERL)
Oil Burning Equipment (member)	R.W. Braaten (ERL)
Retrofitting of Oil Burners (member)	H. Whaley (ERL)
Sampling Emissions and Measurements (chairman)	R. Prokopuk (ERL)
(member)	R.W. Braaten (ERL)
Emissions and Efficiency of Solid Fuel Appliances (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Energy Evaluation of Houses (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Subcommittee on Analytical Techniques for Housing (member)	R.W. Braaten (ERL)
Subcommittee on Measurement Techniques (chairman)	A.C.S. Hayden (ERL)
Task Group on Controlled Ventilation in Housing (member)	R.W. Braaten (ERL)
Installation Code for Solid Fuel Appliances (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Ventilation in New Housing (member)	R.W. Braaten (ERL)
Committee on Wood-Fired Appliances (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Solid-Fuel Fired Space Heaters (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Energy Evaluation of Houses (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Committee on Masonry Chimneys and Fireplaces (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Executive Management Committee on Venting Systems (members)	F. Preto (ERL)
Standards Steering Committee on Electrical and Mechanical Mines Safety (vice-chairman)	J.A. Bossert (MRL)
Technical Committee for "Flameproof Diesel-Powered Vehicles for Use in Gassy Underground Mines", M4.24 (chairman)	E.D. Dainty (MRL)
Technical Committee on Acoustics and Noise Control (Construction and Mining Machines – Task Force on Occupational Noise) (member)	M. Savich (MRL)
Technical Committee on Fire Resistant Conveyor Belting, No. M4.22 (member)	K.J. Mintz (MRL)
Technical Committee on Fire Resistant Hydraulic Fluids, No. M4.24 (member)	K.J. Mintz (MRL)
Standards Steering Committee on Electrical and Mechanical Mines Safety (vice-chairman)	J.A. Bossert (MRL)
Canadian Electrical Code, Part I	
Steering Committee (member)	J.A. Bossert (MRL)
Subcommittee on Section 18 (chairman)	J.A. Bossert (MRL)
Canadian Electrical Code, Part II	
Subcommittee on CSA Standard C.22.2, No. 30: Explosion Proof Enclosures for Use in Class I, Groups A, B, C and D Hazardous Locations (member)	J.A. Bossert (MRL)
Subcommittee on CSA Standard C.22.2, No. 137: Luminars for Hazardous Locations (member)	G. Lobay (MRL)
Subcommittee on CSA Standard C22.2 No. 159: Plugs and Receptacles for Hazardous Locations (member)	G. Lobay (MRL)
Subcommittee on CSA Standard C.22.2, No. 152: Combustible Gas Detection Equipment (member)	G. Lobay (MRL)
Subcommittee on CSA Standard C.22.2, No. 157: Intrinsically Safe and Non-Incendive Equipment for Use in Hazardous Locations (vice-chairman)	G. Lobay (MRL)

Subcommittee on CSA Standard C.22.2, No. 174: Cables to be Used in Hazardous Locations (member)	G. Lobay (MRL)
Canadian Electrical Code, Part V Committee on CSA Standard C.22.5, Use of Electricity in Mines (member)	G. Lobay (MRL)
Technical Committee for "Flameproof Diesel-Powered Vehicles for use in Gassy Underground Mines" M424 (chairperson)	E.D. Dainty (MRL)
Technical Committee on Acoustics and Noise Control (Construction & Mining Machines – Task Force on Occupational Noise) (member)	M. Savich
Technical Committee on Fire Resistant Conveyor Belting, no. M4.22 (member)	K.J. Mintz
CANADIAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERING	
Technical Activities Committee (member)	V.M. Malhotra (MSL)
CANADIAN SYMPOSIUM ON CATALYSTS (TENTH)	
(session organizer and co-chairman)	J.R. Brown (ERL)
CANADIAN SYMPOSIUM ON SURFACE SCIENCE (FOURTEENTH)	
Surface Canada 88 (session organizer and co-chairman)	J.R. Brown (ERL)
CANADIAN URANIUM PRODUCERS METALLURGICAL COMMITTEE	
(members)	K.K. Davé (MRL) T.P. Lim (MRL)
Analytical Subcommittee (treasurer)	J.L. Dalton (MSL)
Metallurgical Committee (secretary)	G.M. Ritcey (MSL)
CANADIAN WELDING BUREAU	
Board of Directors (member)	W.H. Erickson (PMRL)
CAMBRIAN COLLEGE, SUBDURY	
Advisory Council for Mining Curriculum (member)	C.B. Graham (MRL)
CHEMICAL INSTITUTE OF CANADA	
Catalysis Division (secretary-treasurer)	J.F. Kriz (ERL)
Ottawa-Hull Section Executive Committee (ex-officio member)	J. Monnier (ERL)
Committee of Scrutineers (chairman)	J.C. Hole (MSL)
Ottawa Section Professional Affairs Committee (member)	J.C. Hole (MSL)
Ottawa Section Executive (treasurer)	M.E. Leaver (MSL)
Executive Committee (member)	J.R. Brown (ERL)
Surface Science Division (member)	J.R. Brown (ERL)
COAL PREPARATION RESEARCH ASSOCIATION OF CANADA (secretary)	M.W. Mikhail (CRL)
COMMITTEE ON ATLANTIC COAL	
CANMET representative	I.C.G. Ogle (RPO)
Coal Beneficiation Working Group (member)	M.W. Mikhail (CRL)
(member)	D.B. Stewart (CRL)
COMMITTEE FOR NEEDED RESEARCH FOR NORTHERN PIPELINES (member)	D.W.G. White (PMRL)
COMMITTEE ON COPPER CASTINGS FOR THE CANADIAN STEEL INDUSTRY COMMITTEE (chairman)	R.K. Buhr (PMRL)
CONTINUOUS CASTING OF STEEL STRIP: COMMITTEE ON LIQUID STEEL QUALITY (member)	A.R. Palmer (PMRL)
COMMISSION TO IMPLEMENT A NEW COURSE IN PHYSICAL TECHNOLOGY BETWEEN CEGEP AND INDUSTRY (member)	J.P. Monchalin (PMRL)
CSIRA (ex-officio member)	J.D. Boyd (PMRL)

THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY INC.	
Ontario-Quebec Section (vice-chairman programs)	V. Scepanovic (PMRL)
(chairman executive council)	R.W. Revie (PMRL)
FRICTIONAL IGNITION WORKING GROUP (member and secretary)	G.A. Haslett (CRL)
FERROUS INDUSTRY RESEARCH ASSOCIATION	
Technical Committee (member)	C.J. Adams (ERL)
HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT ASSOCIATION OF CANADA (HUDAC)	
Future Space Conditioning Requirements (chairman)	A.C.S. Hayden (ERL)
Controlled Ventilation and Heat Recovery (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
Technical Research Committee (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
INDUSTRIAL CONSULTING COMMITTEE FOR MONITORING THE RESEARCH ACTIVITIES ON ZINC-BASE FOUNDRY ALLOYS (member)	M. Sahoo (PMRL)
INDUSTRIAL LIAISON COMMITTEE, UNIVERSITY OF ALBERTA WELDING ENGINEERING PROGRAM (member)	J.T. McGrath (PMRL)
INTERPROVINCIAL ADVISORY COMMITTEE ON ENERGY, COAL R&D SUBCOMMITTEE	I.C.G. Ogle (RPO)
IRON ORES PROCESSORS TASK FORCE (chairman and secretary)	W. Cameron (MSL)
(members)	F.R. Campbell (MSL)
	D. Doyle (MSL)
	A.K. Kuriakose (MSL)
	D. Quon (MSL)
	M.J. Stefanski (MSL)
	J.M.D. Wilson (MSL)
INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL	
Comité des Sciences naturelles et génie	N. Billette (MRL)
JOURNAL OF THE CANADIAN CERAMIC SOCIETY (associate editor)	J.D. Canaday (MSL)
MICROSCOPIAL SOCIETY OF CANADA (Alberta Branch)	
Steering Committee (member)	R.J. Mikula
MINERALOGICAL ASSOCIATION OF CANADA (president)	L.J. Cabri (MSL)
(chairperson, nominating committee)	L.J. Cabri (MSL)
(past-president medal committee)	L.J. Cabri (MSL)
NATIONAL HEAT PUMP COORDINATING COMMITTEE (chairman)	M. Wiggin (ERL)
NORTHERN COLLEGE, KIRKLAND LAKE	
Welding Engineering and Advisory Committee (member)	J.T. McGrath (PMRL)
PROFESSIONAL INSTITUTE OF THE PUBLIC SERVICE	
Committee on Energy, Research and Development (chairperson)	M. Wiggin
QUEEN'S UNIVERSITY	
Ph.D. Supervisory Committee (member)	J.J.M. Too
SAULT COLLEGE, ELLIOT LAKE	
Advisory Committee for the Ventilation Technician Option	
of the Mechanical Technology Course (members)	S. Hardcastle (MRL)
of the Mechanical Technology Course (members)	R. Tervo (MRL)
SCIENTIFIC RESEARCH COUNCIL – McGILL CHAPTER (member)	J.P. Monchalin (PMRL)
SITE VISIT COMMITTEE ON CRD GRANT PROPOSAL	
Process Technology in Steel Reheating Furnaces (member)	A.R. Palmer (PMRL)
SPECTROSCOPY SOCIETY OF CANADA	
(Director Ottawa Valley Section)	J.W. Wittwer (MSL)

TECHNICAL COMMITTEE ON ACID MINE DRAINAGE	
member (Intnl Airport Halifax)	R.G.L. McCready (MSL)
UNDERWRITERS LABORATORIES OF CANADA/CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION	
Joint Committee on Wood Burning Appliances (member)	A.C.S. Hayden (ERL)
UNIVERSITY OF MANITOBA	
PhD Supervisory Committee (member)	J.J.M. Too (PMRL)
UNIVERSITY OF WESTERN ONTARIO	
Surface Science Laboratory Board of Directors (member)	R.H. Packwood (PMRL)
WELDING INSTITUTE OF CANADA	
Research Board (member)	R. Thomson (PMRL)
WELDING ENGINEERING TECHNOLOGY ADVISORY COMMITTEE (member)	J.T. McGrath (PMRL)
YOUTH SCIENCE FOUNDATION	
Science Lecture Program	R.K. Singhal (CRL)

MINISTER'S NATIONAL ADVISORY COUNCIL TO CANMET/ CONSEIL CONSULTATIF NATIONAL DU MINISTRE POUR CANMET

As of March 31, 1987/au 31 mars 1987

CHAIRMAN/PRÉSIDENT

Mr. T.D. Parris
Consultant

CHAIRMAN/PRÉSIDENT
MINING SUBCOMMITTEE/
SOUS-COMITÉ DE LA MINÉRALLURGIE

Mr. W.E.G. (Blue) Taylor
Vice President
Mine Makers Inc.

CHAIRMAN/PRÉSIDENT
MINERAL PROCESSING SUBCOMMITTEE/
SOUS-COMITÉ DE L'EXPLOITATION MINIÈRE

Mr. R.A. Bergman
Department of Metallurgy
and Materials Science
University of Toronto

CHAIRMAN/PRÉSIDENT
METALS AND MATERIALS SUBCOMMITTEE/
SOUS-COMITÉ DES MÉTAUX ET MATÉRIAUX

Mr. J.E. Hood
Research Manager – Product Development
STELCO Inc.

CHAIRMAN/PRÉSIDENT
COAL SUBCOMMITTEE/
SOUS-COMITÉ SUR LE CHARBON

Mr. R.W. Forbes
Vice-President Applied Technology
Luscar Limited

CHAIRMAN/PRÉSIDENT
OIL AND GAS SUBCOMMITTEE/
SOUS-COMITÉ DU PÉTROLE ET DU GAZ

Dr. R. Schutte
Alberta Research Council

CHAIRMAN/PRÉSIDENT
BUSINESS SUBCOMMITTEE
SOUS-COMITÉ DES AFFAIRES

Mr. J.A. Amirault
Vice-President, Mining
Jacques, Whitford Associates Ltd.

MEMBERS/MEMBRES

Dr. P.F. Adams
President
Centre for Frontier Engineering Research
University of Alberta

Mr. E.J. Barry
Vice-President, Planning
TransAlta Utilities Corporation

Mr. J. Hutch
President and C.E.O.
Saskatchewan Research Council

M. Michel Lefebvre
Vice-président (Opérations)
Noranda Minerals Inc.
(Division des Mines Gaspé)

Dr. C.G. Miller
President and Chief
Executive Officer
The Mining Association of Canada

Mr. C.A. Sutherland
General Manager
Research and Development
Cominco Limited

Dr. P. Tarassoff
Director of Research and Development
Noranda Research Centre

Mrs. Margaret K. Witte
President
Neptune Resources Corp.

Mr. D.D. Zakaib
Consultant, D.D. Zakaib & Associates

SECRETARY/SECRÉTAIRE

Dr. I.C.G. Ogle
Director
Research Program Office
CANMET/EMR

MINING SUBCOMMITTEE/SOUS-COMITÉ DE L'EXPLOITATION MINIÈRE

(As of March 31, 1987/au 31 mars 1987)

CHAIRMAN/PRÉSIDENT

W.E.G. (Blue) Taylor
Vice President
Mine Makers Inc.

MEMBERS/MEMBRES

Mr. W. Bardswich
Director of Mines
Mines Branch
Manitoba Department of Energy and Mines

Mr. Garston Blackwell
Associate Professor
Department of Mining Engineering
Queen's University

Mr. Robert Dengler
President
Dynatec Mining Limited

M. René Dufour
Professeur, Dépt. de Génie minéral
École Polytechnique

Mr. Robert Gartshore
Manager, Extraction Technical
Syncrude Canada Limited

Mr. Louis Gignac
Canbior Inc.

Mr. G. Greer
Mineral Development
Department of Natural Resources
Province of New Brunswick

Mr. John Kelly
Inco Limited
c/o Mines Research
Coppercliff Hospital

Dr. R.D. Lord
Research Director
Mining Industry Research Organization
of Canada

M. Jacques Nantel
Directeur
Département de la technologie minière
Centre de recherche Noranda

Mr. H. Sahay
Director, Engineering & Mines Branch
Community & Occupational Health Services
Engineering & Mines Branch

Mr. Iain Tinto
Manager of Mining
Carol Project
Iron Ore Company of Canada

Mr. W.A. Trythall
Manager – Evaluations
Placer Development Limited

SECRETARY/SECRÉTAIRE

Mr. G. Zahary
Assistant Program Director
Research Program Office
CANMET, EMR

METALS AND MATERIALS SUBCOMMITTEE/ SOUS-COMITÉ DES MÉTAUX ET MATÉRIAUX

(As of March 31, 1987/au 31 mars 1987)

CHAIRMAN/PRÉSIDENT

Mr. John E. Hood
Research Manager – Product
Development
STELCO Inc.

MEMBERS/MEMBRES

Dr. Peter F. Adams
President
Centre for Frontier Engineering Research
University of Alberta

Mr. Brad Bowman
Manager, Quality Assurance
and Technology
Slater Industries Inc.

Dr. J. Keith Brimacombe
Stelco/NSERC Professor
Department of Metallurgical Engineering
The University of British Columbia

Mr. Lyle Gerlitz
Supervisor, Materials and Corrosion
Calgary Research Centre
Shell Canada Ltd.

Dr. Edouard Gervais
Division Head
Product Engineering
Centre de Recherche Noranda

Mr. Chris G. Gibson
Plant Metallurgist
South Stamping Plant
General Motors of Canada

Dr. David M. Moore
Program Director
New Aluminum Materials
Kingston Research and Development Centre
Alcan International Limited

Mr. Serge Perron
General Manager
Canadian Steel Foundries Division
Hawker Siddeley Canada Inc.

M. Michel Rigaud
École Polytechnique

Mr. Phil T. Seabrook
Vice President
B.H. Levelton & Associates Limited

Mr. Réjean Thibeault
Manager, Manufacturing Operations
Babcock and Wilcox International

SECRETARY/SECRÉTAIRE

Dr. A.F. Crawley
Assistant Program Director
Research Program Office
CANMET, EMR

MINERAL PROCESSING SUBCOMMITTEE/ SOUS-COMITÉ DE LA MINÉRALURGIE

(As of March 31, 1987/au 31 mars 1987)

CHAIRMAN/PRÉSIDENT

Mr. R.A. Bergman
Department of Metallurgy and Materials Science
University of Toronto

MEMBERS/MEMBRES

Dr. James A.E. Bell
Director of Research
Inco Limited
J. Roy Gordon Research Laboratory

Dr. Roy S. Boorman
Executive Director
New Brunswick Research and Productivity Council

Mr. Colin Chapman
Witteck Development Inc.

M. Alain Claveau
Centre de Recherches minérales
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Gouvernement du Québec

Mr. William J. Foster
Resident Manager
Wabush Mines
Scully Mine

Mr. Kenneth R. Kay
Manager of Engineering
Rio Algom Limited

Mr. René Lavertu
Willowdale, Ontario

Mr. Michael A. Nisbet
Manager, Energy & Economic Development
Corporate Technical Services
Canada Cement Lafarge Ltd.

Mr. M.J. Ross
Manager of Metallurgy
Hudson Bay Mining and Smelting Limited

Mr. C.A. Sutherland
General Manager
Research and Development
Cominco Limited

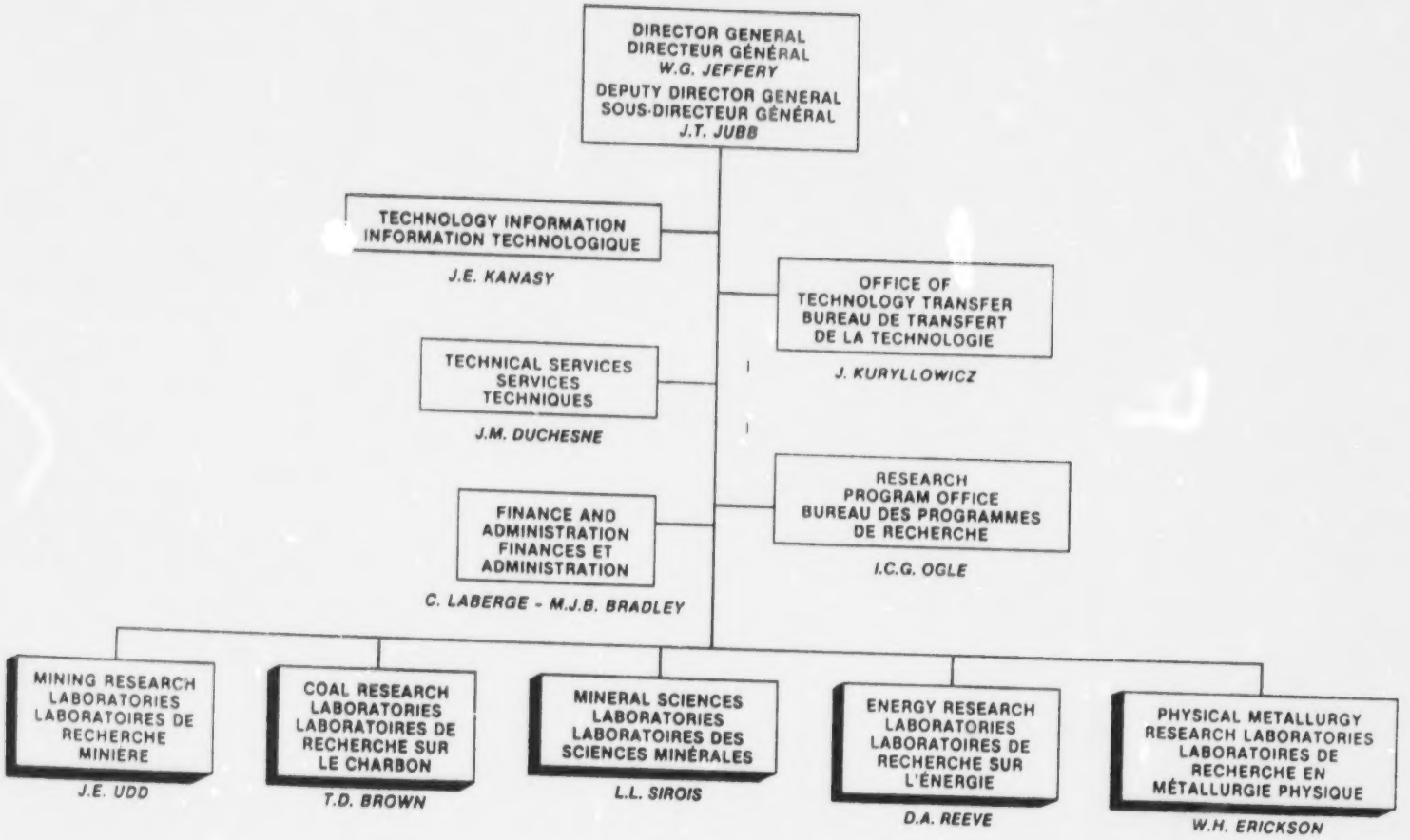
Dr. Jim Toguri
Department of Metallurgy and Materials Science
University of Toronto

Mr. D.M. (Bert) Wyslouzil
Manager
Lakefield Research

SECRETARY/SECRÉTAIRE

Mr. R.J.C. MacDonald
Assistant Program Director
Research Program Office
CANMET, EMR

CANMET


DIRECTOR GENERAL
DIRECTEUR GÉNÉRAL
W.G. JEFFERY
DEPUTY DIRECTOR GENERAL
SOUS-DIRECTEUR GÉNÉRAL
J.T. JUBB
TECHNOLOGY INFORMATION
INFORMATION TECHNOLOGIQUE
J.E. KANASY
OFFICE OF
TECHNOLOGY TRANSFER
BUREAU DE TRANSFERT
DE LA TECHNOLOGIE
J. KURYLLOWICZ
TECHNICAL SERVICES
SERVICES
TECHNIQUES
J.M. DUCHESNE
RESEARCH
PROGRAM OFFICE
BUREAU DES PROGRAMMES
DE RECHERCHE
I.C.G. OGLE
FINANCE AND
ADMINISTRATION
FINANCES ET
ADMINISTRATION
C. LABERGE - M.J.B. BRADLEY
MINING RESEARCH
LABORATORIES
LABORATOIRES DE
RECHERCHE
MINIÈRE
J.E. UDD
COAL RESEARCH
LABORATORIES
LABORATOIRES DE
RECHERCHE SUR
LE CHARBON
T.D. BROWN
MINERAL SCIENCES
LABORATORIES
LABORATOIRES DES
SCIENCES MINÉRALES
L.L. SIROIS
ENERGY RESEARCH
LABORATORIES
LABORATOIRES DE
RECHERCHE SUR
L'ÉNERGIE
D.A. REEVE
PHYSICAL METALLURGY
RESEARCH LABORATORIES
LABORATOIRES DE
RECHERCHE EN
MÉTALLURGIE PHYSIQUE
W.H. ERICKSON

PARTIAL LIST OF CONTACTS WITH CANADIAN CORPORATIONS AND INTERNATIONAL ORGANIZATIONS DURING FISCAL YEAR 1986-1987

LISTE PARTIELLE DES CONTACTS AVEC LES SOCIÉTÉS CANADIENNES ET ORGANISMES INTERNATIONAUX AU COURS DE L'ANNÉE FINANCIÈRE 1986-1987

INDUSTRY: FOREIGN / INDUSTRIE: À L'EXTÉRIEUR DU CANADA

Abex Corporation, Mawa, New Jersey
Alpha Cast Inc., Whitewater, Wis.
Amax, Michigan, Conn.
Amax, Golden, Co.
ARCO, South Louisiana
Aurora Metals Division, Montgomery, Ill.

Battelle Laboratories, Columbus, Ohio
Bethleham Steel Corp., Pittsburgh, Pa
Bethleham Steel Corp., Bethleham, Pa
BHP Iron and Steel, Wollongong, Australia
Blaw-Knox, Chicago, Ill.
British Steel Corp., Middlesborough, U.K.
Brom Machine & Foundary Co. Ltd., Winona, Minnesota
Buffalo Weaving and Belting, Buffalo, N.Y.

Carborundam Corp., Bethleham, Pa
CBI Industries, Oak Brook, Ill.
Centre for Research on Sulphur in Coal, Champaign, Ill.
CERCHAR, Paris, France
Chevron Corp., Richmond, Ca.
Chevron Incorporated, New Orleans, Louisiana
Chinese National Non-ferrous Metals Company,
Climax Molybdenum Co., Golden, Co.
Commercial Testing and Engineering Co., Lombard, Ill.
Conoco Coal Research, Pennsylvania
Cool Water Demonstration, Barstow, Ca.
Croda Limited, United Kingdom
Creusot-Loire, France

Dano International Services, New York, USA
Dayton Malleable Iron Co., Dayton, Ohio
Detector Electronics Corporation, Minneapolis, Minn.
Deutz Engineering, Atlanta, Georgia
Dosco Overseas Engineering Co., Nottingshire, U.K.
Duffers Associates, Troy, N.Y.

EER Corporation, Irvino, Ca.
Eimco Jarvis Clark, Utah, USA
Elkem Als, Norway
Elkraft, Denmark
Elkem Inc., Niagara Falls, N.Y.
Energy Development Corp., Pittsburg, Penn.
Engenharia, SA, Sao Paulo, Brazil
Engineers India Ltd., New Delhi, India
Englehard Corp., Edison, N.J.
ERA Technology, Leatherhead, England
ESAB, Sweden
ESAB, Norway
Esco Corp., Portland, Oregon
Exxon Production Research Co., Houston, Tx.

Falcon Research, Johannesburg, S.A.
Factory Mutual Research, Norwood, Mass.
J.J. Fenner Ltd., United Kingdom
Foote Mineral Corp., Chicago, Ill.
Ford Motor Co., Deerburn, MI

General Casting Corp., Milwaukee, Wis.
General Monitors, Costa Nesa, Ca.
Grecian Magnesite, S.A.

Highveld Steel and Vanadium Corp. Ltd., London, England
Houston Lighting and Power Co., Texas

Idaho National Engineering Laboratory
Idemitsu Kosan, KK, Calgary
Imperial Chemical Industries, U.K.
Impro Corporation, Virginia, U.S.A.
International Harvester, Chicago, Ill.

Japanese Metal Producing Companies
Jones Fortier Advisors Ltd., Pittsburg,PA
J-P Associates, Dallas, Texas

Kashima Steel Works, Kashima, Japan
Kawasaki Steel Corp., Chiba, Japan
KCERL , Lexington, Kentucky
Kelly Foundry and Machinery, Elkins, Va
Kulp Foundry, Stroudsburg, PA

Little, A.D. and Associates, Cambridge, Mass.
Lloyd's Registry, London, U.K.
Lusjhe Chain Co., Sweden

Marex Welding Products Ltd., Walthem Cross, U.K.
Metallurgical Consultants Inc., Houston, Tx
Mineral Industries Computing Limited, U.K.
Minnegasco, Minneapolis, Minnesota
Mitre Corporation, Virginia

Mitsubishi Heavy Industries, Tokyo
Mobil Research and Development Corporation, New Jersey
Mobil Oil, USA
Modern Castings, Des Plaines, Ill.

Nippon Oil and Fats Co., Japan
Nippon Steel Corporation, Kitayusha, Japan
NIOSH, USA
Nuclear Assurance Company, Grand Junction, Colorado

Odebrecht Construction, Aracaja, Brazil
Odebrecht-Harrison, Salvador, Brazil
Olan Industries, Lake Stevens, Wa
Ortec Corp., Oakridge, Ten.

Packer Engineering, Napier, ILL
Petrobas Mining, Aracajan, Brazil
Pfizer International, New York, N.Y.
Phibro Energy Inc., Conn.

Reynolds Aluminum, Richmond, Va.
Ridge Foundry, San Leandro, Ca.
Rockwell Burner Development, Canoga Park, California
Rockwell International, Troy, MI.
Round-up Powder Company, Montana, U.S.A.

S. Agumber, Croda, U.K.
Scandura Mining Products
Scharf Company, Pittsburg, Pennsylvania
Siemans AG, Karlsruhe, West Germany
South California Edison
SRI International, Menlo, California
Stainless Foundry & Engineering Corp., Milwaukee, Wis.
Studsvik Emergiteknik, Sweden
Sumitomo Steel Co., Houston, Tx
Sumitomo Metals, Japan

Telesis, Providence, Rhode Island
Tonawanda Coke Corp., Tonawanda, N.Y.
Tri State Testing, Ashland, Kentucky
TRW Inc., Redondo Beach, California
Tuula Kyraes, Luleaa, Sweden

Union Carbide, Charleston, West Virginia
United States Steel Corp., Monroeville, Pa.
U.S. Wood Heating Alliance

Vicinary Chain Co., Spain

Westfalia-Lunen Company, West Germany
Westinghouse Research and Development Centre, Pittsburg, Pa
Wicke Gmblt & Company, Wuppertal, West Germany
Wyoming Analytical Laboratories, Arvada, Colorado.

CANADIAN CORPORATIONS / SOCIÉTÉS CANADIENNES

A-1 Steel Foundry, Saskatoon, Saskatchewan
Abex Corp., Joliette, Québec
ACADZ Inc., Montréal, Québec
ACG Technology Ltd., Mississauga, Ontario
Adjeleian Allen Rubeli, Toronto, Ontario
AIMCO, St. Catharines, Ontario
Air Liquide Canada Limitée
Alberta Lazer Institute
Alberta Rockwell Corp., Calgary, Alberta
Algoma Steel Corp., Sault Ste. Marie, Ontario
Alloy Foundry, Merrickville, Ontario
Alsur Enterprises Ltd.
Altimag Consultants
Amazon Gold
AMCA International, Montréal, Québec
AMCA International, Ottawa, Ontario
American Cyanamid Ltd.
Amok Limited
Ancast, Winnipeg, Man.
Appleton Electric Ltd., Cambridge, Ontario
Arctec Canada Ltd., Kanata, Ontario
Ardiem Inc. Corp., Vancouver, British Columbia
Associated Foundry, Surrey, British Columbia
Atlas Copco Canada, Canadian Corporations, Dorval, Québec

Atlas Steel, Welland, Ontario
Atlas Steel, Varennes, Québec
Armstrong Monitors Corporation, Nepean, Ontario
Aston Pyrotechnics Canada Ltd., Guelph, Ontario
Astro Canada, Guelph, Ontario

BBT Geochemical Consultants
BP Canada Inc., Calgary, Alberta
BH Levelton and Associates
Babcock & Wilcox, Cambridge, Ontario
Badene, L. Associates, Willowdale, Ontario
Bailey Hoogovens, Canada Inc.
Bay Bronze, Winnipeg, Manitoba
Beak Consultants
Beaver Construction, Montréal, Québec
Beaver Delta Machinery, Guelph, Ontario
Belgen Foundry, Drummondville, Québec
Bell Northern Research, Ottawa, Ontario
Black Box Canada Incorporated, Norval, Ontario
Blanchard Foundry, Saskatoon, Saskatchewan
Bow Valley Industries, Calgary, Alberta
Bow Valley Offshore Limited Partnership, Halifax, Nova Scotia
Breton Engineered Projects, Sydney, Nova Scotia
Brunswick Mine, Bathurst, New Brunswick

Brunswick Mining and Smelting, New Brunswick

CEZ Inc.
Callahan Mining Corporation
Camax Engineering
Cambrian Engineering Group Limited
Canada Brick Ltd.
Canadian Bronze Co., Winnipeg, Manitoba
Canada Cement Lafarge, Saint-Constant, Québec
Canada Wire and Cable Limited
Canadian General Electric, Peterborough, Ontario
Canadian Hunter Exploration Limited
Canadian Industries Limited (CIL), Montréal, Québec
Canadian Liquid Air Limited, Montréal, Québec
Canadian Natural Gas Systems, Toronto, Ontario
Canadian Pacific Railways, Montréal, Québec
Canadian Pacific Research Labs, Montréal, Québec
Canadian Stone Marine Ltd., Iberville, Québec
Canadian Tungsten, Vancouver, British Columbia
Canertech Inc., Winnipeg, Manitoba
Canam Resource Parts, Edmonton, Alberta
Canterra Engineering Ltd., Calgary, Alberta
Caproco Ltd., Edmonton, Alberta
Cassiar Mining Corporation, British Columbia
Central Canada Potash, Colonsay, Saskatchewan
Centre de Recherche Noranda, Pointe Claire, Québec
Chadrien Ltd., Ottawa, Ontario
Chemex Labs Ltd., British Columbia
Chemlab Inc.
Chinook Fuel Innovations Ltd., Calgary, Alberta
Chromasco Ltd., Haley, Ontario
Cigar Lake Mining Corporation
Cluff Mining Company, Saskatoon, Saskatchewan
Clifton Associates
Column Flotation of Canada Ltd.
Computing Devices Canada Ltd., Nepean, Ontario
C and M Engineering, Calgary, Alberta
Cominco, Sheridan Park, Ontario
Combustion Engineering-Superheater Ltd., Ottawa, Ontario
Confédération des Syndicats Nationaux, Montréal, Québec
Cogena (Canada) Limited
S.M. Consulting, Sherbrooke, Québec
Concorde Scientific Corporation, Toronto, Ontario
Consultec Limited, Toronto, Ontario
Coal Mining Research Company, Devon, Alberta
Consolidated Silver Standard Mines
Corrosion Control, Toronto, Ontario
Corrosion Service Co., Toronto, Ontario
Crane Ltd., Medicine Hat, Alberta
Crothers Equipment, Toronto, Ontario
Crown Oil Sands Corporation, Winterburn, Alberta
Crows Nest Resources, Calgary, Alberta
Cyanamid Canada, Niagara Falls, Ontario

Darling Bros. Ltd., Montréal, Québec
Davie Shipbuilding, Lauzon, Québec
Davis Engineering, Ottawa, Ontario
Dayton-Walther Foundry, Guelph, Ontario
Degussa Corporation, Burlington, Ontario
Delfab-Hallteck, Halifax, Nova Scotia
Denison Mines Ltd., Vancouver, British Columbia
Denison Potacan Potash Company, Sussex, New Brunswick
Det Norske Veritas, Calgary, Alberta
Detour Lake Mine
Devel Tech., Saskatoon, Saskatchewan
Direction de la Chimie et de la Métallurgie, Montréal, Québec
Dobrocky Seatech, Victoria, British Columbia
Dofasco, Hamilton, Ontario
Dome Mines
Dome Petroleum, Calgary, Alberta
Dominion Bridge, Ottawa, Ontario
Dominion Bridge, Edmonton, Alberta
Dominion Engineering Works, Montréal, Québec
Domtar
Doyle Corporation, Kanata, Ontario
Drill Systems Limited, Fort McMurray, Ontario
Dupont Canada
Durham Mines Limited
Dynatek Mining
Dynawest Projects Ltd., Calgary, Alberta

Eaglebrook Environmental International
Eastern Steel Castings, Hawkesbury, Ontario
Eastview Engineering, Hull, Québec
EBA Engineering
E.B. Eddy Forest Products Ltd., Ottawa, Ontario
ECS Power Systems, Ottawa, Ontario
E.J. Farasi & Associates Limited, Winnipeg, Manitoba
Ekaton Industries Inc.
Eldor Mines Limited
Eldorado Nuclear Ltd.
Electromec, Quebec City, Québec
Elliot Exploration Limited
Engine Control Systems, Aurora, Ontario
Engineering Products of Canada Ltd., Boucherville
Enterprise Foundry, Sackville, New Brunswick
Enviro-Sonic Technologies Inc., Vancouver, British Columbia
Erco, Toronto
Esco Corp., Port Coquitlan, British Columbia
Esco Corp., Calgary, Alberta
Esso Petroleum Canada
Esso Resources Ltd., Calgary, Alberta
Extender Minerals

Fahramet Industries Ltd., Orillia, Ontario
Falconbridge Nickel Mines Ltd., Toronto, Ontario
Fenco Engineering
Ferrco, Whitby, Ontario
Fibreglass Canada, Sarnia, Ontario
Fleck Resources Limited, Calgary, Alberta
Fluor Canada, Calgary, Ontario
Fording Coal Limited, Calgary, Alberta

Fox, Jones and Associates
Fonderie Antique, Arthabaska, Québec
Fonderie Poitras, L'Islettville, Québec
Fonderie Romuald, St. Romuald, Québec
Fonderie Saguenay, Chicoutimi, Québec
Fonderie Industrielle Laforo, Québec, Québec
Fondremy, Chambly, Québec
Front End Resources, Grand Forks, British Columbia

Galtaco, Guelph, Ontario
Gamma Foundries Ltd., Richmond Hill, Ontario
Garrand Homes, Ottawa, Ontario
Garson, Garcy Enterprises
Gemite Unique Productions Inc.
General Motors of Canada, St. Catharines, Ontario
Geosearch Limited
Geotechnical Resources Ltd., Calgary, Alberta
Genian Construction Limited, Montréal, Québec
Gibraltar Mines Ltd., Vancouver, British Columbia
Global Thermoelectric Power Systems Limited
Golder Associates, Calgary, Alberta
Great Central Mines
Gregg River Mine, Hinton, Alberta
Guelph Chemical Laboratory Ltd.
Gulf Canada Ltd., Sheridon Park, Ontario
Gulf Canada Ltd., Calgary, Alberta
Gulf Canada Resources Co. Ltd., Calgary, Alberta
A. Gutulov, Metallurgical Consultant

Habitation Nordique, Québec, Québec
Haley Industries, Haley Junction, Ontario
Hall and Stavert Ltd., Charlottetown, P.E.I.
Hamilton Foundry, Hamilton, Ontario
Hands Fireworks Incorporated, Edwardburgh
Hanna Mining Company
E.H. Hanson & Associates, Delta, British Columbia
Hanson Material Engineering, Edmonton, Alberta
Harris N.D. Consultant
Harvey W. Consultant
Hatch Associates
Hawk Ridge Mineral Enterprises
Hearne Taurus
Heath and Sherwood, Toronto, Ontario
Hayes Stuart Inc., Montréal, Québec
Heuristic Engineering Inc., New Westminster, British Columbia
Heritage Foundry, Winkler, Manitoba
Hiex International Corporation
Highwood Resources
Holmes Foundry, Sarnia, Ontario
Howmet Thermatech, Boucherville, Québec
Hudson Bay Mining and Smelting Company
Husky Oil, Calgary, Alberta
Husky Oil, Lloydminster, Alberta

IMP Foundry, Dartmouth, Nova Scotia
Imperial Oil Ltd., Toronto, Ontario
Imperial Toy Canada Limited, Mississauga, Ontario
Inco, Toronto, Ontario
Inco Mines Limited, Thompson, Manitoba
Industrial Ceramics Limited
Industries USP, Lennoxville, Québec
Ingersol-Rand Canada Ltd., Cambridge, Ontario
Inproheat Ltd., Vancouver, British Columbia
Instantel, Kanata, Ontario
Interact Limited, Victoria, British Columbia
International Corona, Toronto, Ontario
International Malleable Ltd., Guelph, Ontario
International Mineral and Chemical Company
International Paint Co., Montréal, Québec
International Steel and Pipe Corp. Ltd., Regina, Saskatchewan
Interuranium Canada Limited
Irving Oil Refinery, St. John, New Brunswick
Iron Ore Company
ITT Barton Manufacturing Limited
IRDC
Ivaco, L'Original, Ontario

Jacques Whitford and Associates Ltd.
Jamaica Manufacturing Co. Ltd., Prescott, Ontario
Jenkins Canada Ltd., Lachine, Québec
J.M. Asbestos Ltd., Asbestos, Québec
Johnson-Matthey, Brantford, Ontario

Kaiser Aluminum
Kanmet Foundry, Cambridge, Ontario
Kidd Creek Mines, Timmins, Ontario
Kilborn Engineering
Knight and Resold
KSK Associates
KVA Electronics, Toronto, Ontario
Kwicki, Calgary, Alberta

Lacana Mines Limited
Lac Minerals-Macassa Division, Kirkland Lake, Ontario
La Fonderie Thetford, Thetford Mines, Québec
Lake Asbestos
Lakefield Research
Lake Ontario Steel Corp., Whitby, Ontario
Lavalin
Les Fonderies MAC Inc., Boucherville, Québec
Lethbridge Iron Works, Lethbridge, Alberta
Limpact Industries Limited, Cobourg, Ontario
Linatex Canada
LL&E Canada Ltd., Calgary, Alta
Lodestone Limited
Luscar Ltd., Edmonton, Alberta

Machinery & Equipment Manufacturing Association, Ottawa, Ontario
Maclaren Plansearch
Madeleine Mines Ltd.
Magaloy Foundry, Stratford, Ontario
Magdalen Silica, Montréal, Québec
Maghemite Incorporated
Magstone Limited

Mainland Manufacturing, Vancouver, British Columbia
Maritime Steel Foundry, New Glasgow, Nova Scotia
Martin McCubbin Associates
Masterloy Products Ltd.
Masdon Corp., Calgary, Alberta
McLean Foundry, Brantford, Ontario
Membrane Technology Consultants, Nepean, Ontario
Metals and Mines Limited
Metal Recovery Industries
Minesco Limited, Kirkland, Québec
Minexpert Inc., Montréal, Québec
Mining Resource Engineering Ltd., Kingston, Ontario
Mitel, Ottawa, Ontario
Mobil Oil, Halifax, Nova Scotia
Monarch Industries Ltd., Winkler, Manitoba
Mueller Industries, Saint Jérome, Québec
Murphy Oil, Calgary, Alberta
Muscocho Exploration, Monaubani, Québec

National Uranium Mining Company
Newmont Mines
Niagara Bronze, Niagara Falls, Ontario
Niobec Mine, Chicoutimi, Québec
Nodeni Consulting
Nolan, Davis and Associates
Noranda Mines Limited
Nordco Limited, St. John's, Nfld.
Norwest Resource Consultants Ltd., Calgary, Alberta
Norwood Foundry, Regina, Saskatchewan
Nova Scotia Research
Nova – An Alberta Corp., Calgary, Alberta
Nova/Husky Research Corporation, Calgary, Alberta
Nyes Foundry, Vancouver, British Columbia

OCL Industrial Materials, Vancouver, British Columbia
ODC/OILFAB, St. John's, Nfld.
Oilfab Haltech Ltd., Dartmouth, Nova Scotia
Omark Ltd., Cambridge, Ontario

Pacific Enercan, Grandforks, British Columbia
Pamour Porcupine Mines
Pan-Canadian Petroleum Limited, Calgary, Alberta
Partec-Lavalin, Toronto, Ontario
Penny Mines
Pétro-Canada, Montréal, Québec
PetroCan Products Ltd., Toronto, Ontario
Petrosar Ltd., Coronna, Ontario
Pfizer, Montréal, Québec
Pickands Mather
Philips Cales Limited, Brockville, Ontario
Pigment and Chemical Company
Pirelli Cables Limited, Saint Jean, Québec
Plant Adjustment Bureau Ltd., Moncton, New Brunswick
Polar Resources Limited
Polymath Energy Consultants Ltd.
Potash Company of America, Saskatoon, Saskatchewan
Potash Corporation of Saskatchewan
Pratt and Whitney Canada Ltd., Longueuil, Québec
Price Waterhouse, Toronto, Ontario
Prospectors & Developers Association, Toronto, Ontario
Prudential Steel Ltd., Edmonton, Alberta
Pyroban Corporation, Aurora, Ontario
Pyrolysis Systems Limited, Kingston, Ontario

Quarm, T.A. Consultant
Quatic Chemicals, Cambridge, Ontario
QIT-Fer et Titane Inc., Sorel, Québec
Quebec Metal Powders, Sorel, Québec

Rahn Metals, North Bay, Ontario
J.S. Redpath Limited
Reichold Ltd.
Reiss Lime Company of Canada
Renzy Mines Ltd.
Rio Algom Ltd.
Robar Industry, Surrey, British Columbia
Robertson Nickerson Ltd., Ottawa, Ontario
Roche Ltd.
Rockwell International
Rolls Royce Canada Ltd., Montréal, Québec
Rosco and Postole, Toronto, Ontario
Rossing Uranium
Russel and Co., Ottawa, Ontario

Safety Supply Canada, Toronto, Ontario
Sandwell Swan Wooster Inc., Vancouver, British Columbia
Saskatchewan Research Council
Seabright Resources
Seargeant Hoskins and Beckwith
Senes Consultants
Shaw-Almex Industries
Shell Canada Research Centre, Oakville, Ontario
Sheridan Technical Association, Mississauga, Ontario
Sherritt Gordon Mines Ltd., Fort Saskatchewan, Alberta
Sidbec-Dosco, Contrecoeur, Québec
Siemens Electric Limited, Pointe-Claire, Québec
Sifto Salt, Goderich, Ontario
Sinteris Canada Inc., Blenheim, Ontario
Smokey River Coal Company, Grande Cache, Alberta
SNC Inc., Montréal, Québec
Sonco Steel Tubing, Brampton, Ontario
Spar Aerosapce, Toronto, Ontario
St. John Foundry, St. John, New Brunswick
St. John Shipbuilding on Dry Dock Co., St. John, New Brunswick
St. John's Marine, St. John's, Nfld.
Standard Induction Casting, Windsor, Ontario
Stanton Foundry, St. Hubert, Québec
Stanton Pipes Ltd., Hamilton, Ontario
Stearns Catalytic
Steel Company of Canada (Stelco), Hamilton, Ontario

Steel Engine Products Ltd., Liverpool, Nova Scotia
Steel Flow Inc., Okotoks, Alberta
Steep Rock Resources
Steffen Robertson & Kirsten
Stone and Webster Consultants, Toronto, Ontario
Strathcona Minerals
Suncor, Sarnia, Ontario
Sydney Steel Corporation (SYSCO), N. Sydney, Nova Scotia
Syncrude Canada, Fort McMurray, Alberta
Syntech, Calgary, Alberta

Tallman Bronze, Burlington, Ontario
Tech Corporation, Chetwynd, British Columbia
Teck Mining Co.
Tektrend Int'l Ltd., Lachute, Québec
Tekrad, Québec, Québec
Terminal City Foundry, Vancouver, British Columbia
Thomson and Neilson
Three Island Steel
Thyssen Mining, Regina, Saskatchewan
Timminco-Chromasco
Tonolli Canada
Total Erickson Resources, Vancouver, British Columbia
TransAlta Utilities, Calgary, Alberta
TransCanada Pipelines, Toronto, Ontario
Transportation Development Centre, Montréal, Québec
Trow Limited

Union Carbide, Montréal, Québec
Union Gas, Toronto, Ontario
Union Screen Plate, Lennoxville, Québec

Vada Industries Ltd., Okotoks, Alberta
Vadeko International, Mississauga, Ontario
Versatile Vickers, Montréal, Québec
Via Rail Canada Inc., Montréal, Québec
ViaTek Ltd., Calgary, Alberta
Vickers Canada, Montréal, Québec
Victoria Machining Depot, Victoria, British Columbia

Wabush Mining
Wajax Industries, Edmonton, Alberta
Wellington Foundry, Wellington, Ontario
Wells Foundry, London, Ontario
West Coast Transmission, Vancouver, British Columbia
Westar Mining, Sparwood, British Columbia
Westech Industrial Ltd.
Westmin Resources Ltd.
Western Foundry, Wingham, Ontario
Witteck Development Inc.
Wotherspoon Foundry, Oakville, Ontario

York Barbell Co. Ltd., Oakville, Ont

Zalev Bros, Windsor, Ont
Zas Technology Inc., Montréal, Que
Zenon Environmental, Burlington, Ontario

UNIVERSITIES AND OTHER ORGANIZATIONS / UNIVERSITÉS ET AUTRES ORGANISATIONS

Agency of Industrial Science and Technology, Tokyo, Japan
Alberta Office of Coal Research and Technology
Alberta Oil Sands Technology Authority (AOSTRA)
Alberta Power Corporation
Alberta Research Council
Alberta, University of, Edmonton, Alberta
Algonquin College, Ottawa, Ontario
American Foundrymen's Society, Buffalo, N.Y.
American Foundrymen's Society, Des Plaines, Illinois
American Foundrymen's Society, Trois-Rivières, Québec
American Hot Dip Galvanizing Assoc., New York, N.Y.
American Iron and Steel Institute (AISI), Bethlehem, Pennsylvania
American Society for Metals, Metals Park, Ohio
American Society for Metals, St. Louis, Missouri
American Society for Testing Materials, Philadelphia, Pennsylvania

American Welding Society, Miami, Florida
Amsterdam University, Netherlands
Arizona State Univ., Tempe, Arizona
Argentina Commercial Secretary for Mineral Industry
Argonne National Laboratory, Chicago, Illinois
Asbestos Institute, Montréal, Québec
Association des mines de métaux du Québec, Québec, Québec
Association of Southeast Asian Nations
Atlantic Coal Research Institute, Sydney, Nova Scotia
Atlantic Institute of Biotechnology
Atomic Energy of Canada Ltd
Atomic Energy Commission, U.S.A.
Atomic Energy Control Board of Canada
Atomic Energy Licensing Board, Malaysia
Auburn Univ., Auburn, Alabama
Australian Technical Cooperation Program

B.C. Hydro, Vancouver, British Columbia
B.C. Ministry of Mines and Petroleum Resources

B.C. Ministry of the Environment
B.C. Ministry of Industry and Small Business
B.C. Research Council, Vancouver, British Columbia
Bedford Institute, Halifax, Nova Scotia
British Columbia, University of, Vancouver, British Columbia
Brigham Young Univ., Provo, Utah
Bureau de recherches géologiques et Minières, Paris, France
Bureau national d'études et de recherches aérospatiales, Paris, France

CAD/CAM, Cambridge, Ontario
Cambridge, University of, Cambridge, U.K.
Cambrian College
Canadian Carborization Research Association, Toronto, Ontario
Canadian Copper and Brass Development Association, Toronto, Ontario
Association canadienne de l'électricité, Montréal, Québec
Canadian Institute of Guided Ground Transport, Kingston, Ontario
Canadian Institute for Metalworking, Hamilton, Ontario
Canadian Standards Association, Toronto, Ontario
Canadian Petroleum Association, Calgary, Alberta
Canadian Welding Bureau, Toronto, Ontario
Cape Breton Development Corp., Cape Breton, Nova Scotia
Carleton University, Ottawa, Ontario
CEGEP de Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec
Central Coal Mining Research Institute, China
Centre de Recherches Industrielles de Québec (CRIQ), Sainte Foy, Québec
Centre de Recherches Minérales du Québec, Sainte Foy, Québec
Central Electricity Generating Board, Gravesend, U.K.
Centre for Frontier Engineering Research, Edmonton, Alberta
China Electric Power Research Institute, Xian, China
Clarkson College, Potsdam, N.Y.
Coal Association of Canada
Coalition of Northeast Governors, U.S.A.
Coal Mining Research Centre, Tokyo, Japan
Commissariat à l'Energie Atomique, France
Committee on Coal Combustion Sciences, Washington
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia
Concordia University, Montréal, Quebec
College of Cape Breton, Nova Scotia
Copper Development Assoc., New York, N.Y.

Dar es-Salaam, University of, Dar es-Salaam, Tanzania
David Taylor Naval R&D Centre, Annapolis, Maryland
Delft University of Technology, Delft, Netherlands

École polytechnique, Montréal, Québec
École nationale supérieure des Arts et Métiers, Paris, France
Electric Power Research Institute, Palo Alta, California
Energy, Mines and Resources Saskatchewan
Energy, Dept. of, London, U.K.
European Coal and Steel Community (EEC), Brussels, Belgium

Fanshaw College, London, Ontario
Federal Institute of Geosciences and Natural Resources, Hanover, West Germany

Gas Research Institute, Chicago, Illinois
Gansu Univ. of Tech., Lanzhon, P.R. of China
Grey Iron Research Unit, Columbus, Ohio
Government of India Reactor Research Centre, Tamil Nadu, India

Haileyburg School of Mines, Northern College
Hiroshima University, Hiroshima, Japan
Hirst Research Centre, London, England
Hydro Québec, Québec

Institut de Recherche de la Sidérurgie Française, Sainte-Germain-en-Laye, France
Institute for Atomic Energy, China
Institute for Chemical Science and Technology, Sarnia, Ontario
Institute for Research and Development, Haita, Israel
Institute of Mining Research, Zimbabwe
Institute of Technology, Nagpur, India
Instituto Superiore de Sanita, Rome, Italy
International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria
International Energy Agency, London, U.K.
International Copper Research Assoc., New York, N.Y.
International Lead-Zinc Research Organization, New York, N.Y.
Iron and Steel Institute of Japan, Japan

Japanese Government Industrial Research Institute
Japan Society for Tech. of Plasticity, Tokyo, Japan

Kawasaki Steel Corp., Chiba, Japan
Kentucky Center for Mining and Mineral Research Institute, Lexington, Kentucky
Korea Advanced Energy Research Institute
Korrosionscentralen ATV, Glostrup, Denmark

Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania
Laurentian University, Sudbury, Ontario
Lawrence Berkely Lab, Berkeley, California
London University – Imperial College, London, U.K.

Manchester University, Manchester, U.K.
Manitoba Research Council, Winnipeg, Manitoba

Manitoba Mines and Energy, Winnipeg, Manitoba
Manitoba Mining Association,
Massacussets Institute of Technology (MIT), Cambridge, Mass.
McGill University, Montréal, Québec
McMaster University, Hamilton, Ontario
Memorial University, St. John's, Nfld.
Michigan Technological University,
Mines Accident Prevention Association of Ontario
Mines Inspection Branch, British Columbia
Ministry of Mines, Energy & Petroleum Resources, British Columbia
Ministry of Coal, China
Ministry of International Trade and Industry, Japan
Mohawk College, Hamilton, Ontario

National Association of Corrosion Engineers, Houston, Texas
National Atomic Energy Commission, Argentina
National Coal Board – Coal Research Estab., U.K.
National Bureau of Standards Research Lab, Washington, D.C.
National Swedish Board for Technology Development, Sweden
National Swedish Laboratory, Sweden
New Energy Development Organization, Tokyo
New York State Energy R&D Authority, U.S.A.
Newfoundland Department of Mines and Energy, Newfoundland
New Brunswick, University of, Fredericton, New Brunswick
Northern College, Kirkland Lake, Alberta
Nova Scotia Power Corp., Halifax, Nova Scotia
Nova Scotia Department of Mines and Energy, Nova Scotia
Nova Scotia Research Foundation Corporation, Nova Scotia
Norsk Hydro, Oslo, Norway
Nuclear Research Centre, West Germany

Oakridge National Laboratory, Oakridge, California
Ontario Hydro, Toronto, Ontario
Ontario Ministry of Northern Development and Mining, Toronto, Ontario
Ontario Research Foundation, Mississauga, Ontario
Ottawa University, Ottawa, Ontario
Ontario Centre of Resource Machinery Technology,
Ontario Department of Labour
Ontario Ministry of the Environment
Ontario Ministry of Energy
Ontario Ministry of Labour
Ontario Ministry of Natural Resources
Oxygen Therapy Institute, Michigan, U.S.A.

Peking Institute of Metallurgy, Peking, China
Penn State University, State College, Pennsylvania
Portland Cement Association
Portugese National Uranium Company

Pulp and Paper Research Institute of Canada, Montréal, Québec

Queen's University, Kingston, Ontario
Queensland Water Commission, Australia

Research & Productivity Council of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick
Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden
Royal Military College, Kingston, Ontario

Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico
Sandia National Laboratories, Livermore, California
Saskatchewan Research Council, Saskatoon, Saskatchewan
Saskatchewan Power Corporation
Saskatchewan Department of Mineral Resources
Shanghai Research Institute of Building Science
Simon Fraser University, British Columbia
Singapore Institute of Standards and Industrial Research, Singapore
Southern Research Institute, Mobile, Alabama
Stuttgart, University of, Stuttgart, West Germany
Swedish Institute for Metals Research, Stockholm, Sweden
Swedish State Power Board, Stockholm, Sweden

Technical Research Centre, Finland
Technical University of Nova Scotia, Halifax, Nova Scotia
Toronto, University of, Toronto, Ontario
Trinity College, Dublin, Ireland
Turkish Atomic Energy Centre Laboratory
Turkish Mineral Technology Institute

United Kingdom Technical Cooperation Program
United Nations (UNIDO), Latin America
Univeridad Michoacama de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Mexico
University of Calgary, Calgary, Alberta
University of British Columbia, Vancouver, British Columbia
Université Laval, Laval, Québec
Université de Montréal, Montréal, Québec
Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec
Université de Paris, Paris, France
Université du Québec
University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick
University of Saskatchewan, Regina, Saskatchewan
University of Bristol, Bristol, England
University of Zambia, Lusaka, Zambia
University of Zhejiang, Hangzhou, China
U.K. Atomic Energy Authority, London, U.K.
U.S. Department of State
U.S. Environmental Protection Agency
U.S. Bureau of Mines.

U.S. Department of Energy,
U.S. Naval Research Lab., Washington, D.C.
U.S. Steel Research Lab., Munroeville, Pennsylvania

Virginia State University, Virginia, U.S.A.

Waterloo, University of, Waterloo, Ontario
Western Ontario, University of, London, Ontario

Windsor, University of, Windsor, Ontario
Winnipeg City Waterworks, Winnipeg, Manitoba
Welding Institute (The), Abington, U.K.
Welding Institute of Canada, Oakville, Ontario
Wollongong, University of, Wollongong, Australia

Yale University, U.S.A.
Yukon Department of Energy

DISTRIBUTION OF RESOURCES

1986-1987

	CAPITAL FUNDS $ 000	OPERATING FUNDS $ 000	PERSON YEARS
MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY			
Mining	688.9	6 066.0	71
Coal Mining and Preparation	837.7	5 945.2	67
Mineral Processing	753.0	14 469.9	181
Fuels Technology	2 855.5	16 868.0	187
Metals and Materials	1 084.1	9 031.3	137
Technology Information	38.4	2 570.3	33
Technical Services	118.4	2 421.8	47
Management and Support (Branch HQ Only)	155.6	4 365.1	50
Contributions and Grants		377.0	
ADMINISTRATION OF THE CANADA EXPLOSIVES ACT			
Explosives Testing and Research	45.5	63.8	12
TOTAL	6 577.1	62 752.3	785

DISTRIBUTION DES RESSOURCES

1986-1987

	FONDS D'IMMOBILISATION 000 $	FONDS D'EXPLOITATION 000 $	ANNÉES-PERSONNES
TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L'ÉNERGIE			
Exploitation minière	688,9	6 066,0	71
Exploitation et préparation du charbon	837,7	5 945,2	67
Traitement des minéraux	753,0	14 469,9	181
Technologie des combustibles	2 855,5	16 868,0	187
Métaux et matériaux	1 084,1	9 031,3	137
Information technologique	38,4	2 570,3	33
Services techniques	118,4	2 421,8	47
Gestion et soutien (Administration centrale de la Direction seulement)	155,6	4 365,1	50
Subventions et Contributions		377,0	
APPLICATION DE LA LOI CANADIENNE SUR LES EXPLOSIFS			
Mise à l'essai et recherche en matière d'explosifs	45,5	63,8	12
TOTAL	6 577,1	62 752,3	785

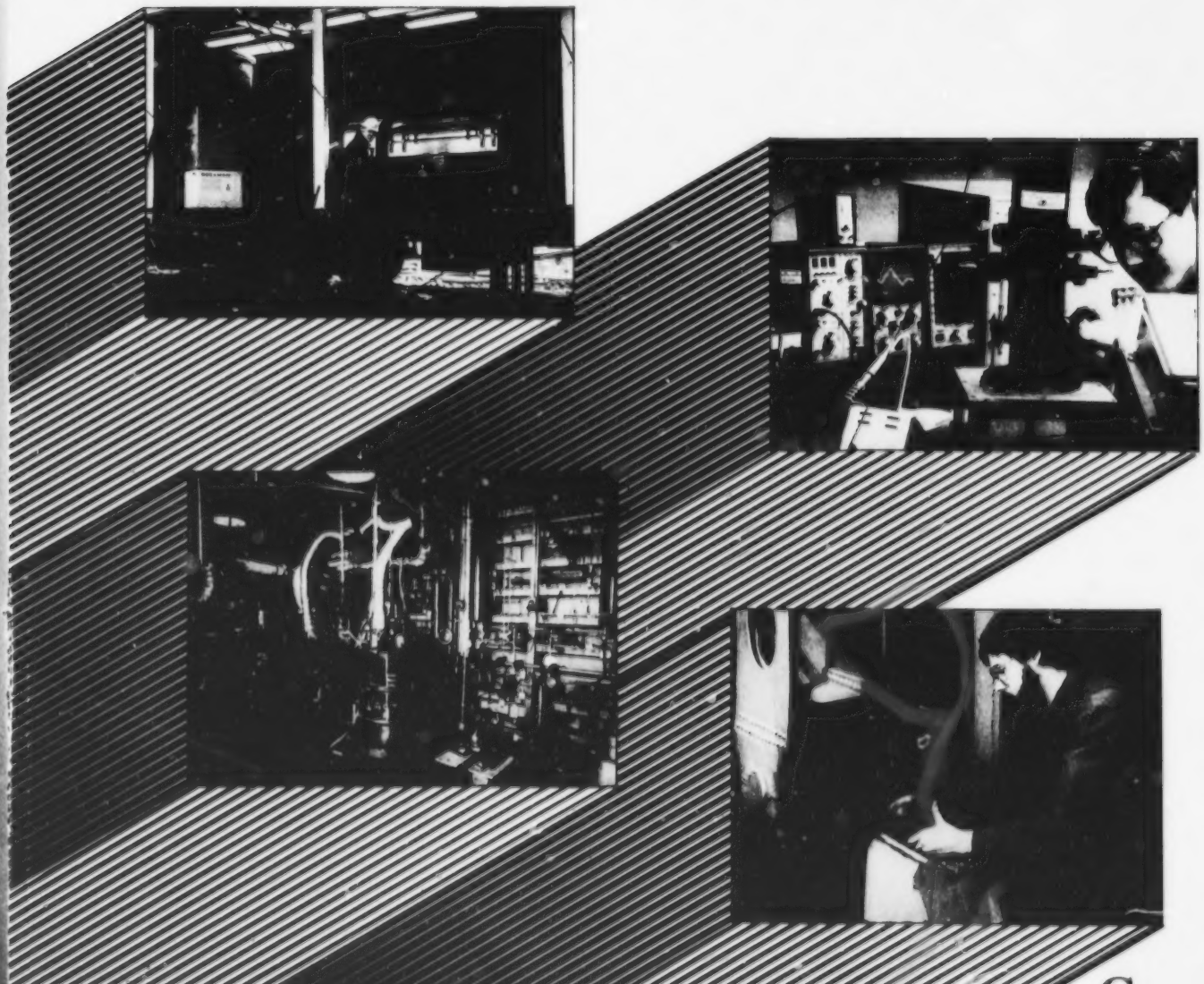
Énergie, Mines et Ressources Canada
Energy, Mines and Resources Canada

CANMET

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie
Canada Centre for Mineral and Energy Technology

REVUE DE CANMET

1986-1987



Pour de plus amples renseignements sur les produits et services en matière d'information offerts par CANMET, ou sur les travaux des divisions opérationnelles de CANMET, veuillez vous adresser à :

La Division de l'information technologique
CANMET – Politique, planification et services
Énergie, Mines et Ressources Canada
555, rue Booth
Ottawa, Canada
K1A 0G1

Téléphone:

Renseignements généraux	(613) 995-4029
Charbon	(613) 995-4075
Énergie	(613) 995-4075
Mines	(613) 995-4069
Traitement des minéraux	(613) 995-4069
Métallurgie	(613) 995-4807
FAC	(613) 952-2587
Télex	(613) 053-3395

REVUE DE CANMET 1986-1987

RAPPORT DE CANMET 87-8

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie
Énergie, Mines et Ressources Canada

Publié avec l'autorisation du
ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources

Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1988
N° de cat. M38-13/87-8
ISBN 0-662-55930-4

AVANT-PROPOS

La croissance économique du secteur des minéraux et de l'énergie n'a guère progressé en raison du fléchissement des cours des produits minéraux, d'une nouvelle chute des cours du pétrole sur les marchés internationaux, et des pressions contractuelles visant à réduire à la fois le volume et le prix de vente du charbon. Pour contrer les conséquences désastreuses de la situation économique, les deux secteurs ont déployé des efforts considérables et réussi à réduire les coûts d'exploitation et de production.

En conformité avec la nouvelle politique du gouvernement fédéral sur les sciences et la technologie, CANMET a manifesté son intention, en 1986-1987, de devenir un centre de technologie gouvernemental. Dans le cadre de cette nouvelle orientation en vue d'assurer que les activités de recherche et développement répondent aux attentes de l'industrie, le processus de consultation industriel a été consolidé. Le Conseil consultatif national du Ministre pour CANMET (CCNMC), créé récemment, peut maintenant, en vertu de son mandat, agir à titre de conseiller auprès de CANMET en ce qui a trait au développement des activités commerciales.

CANMET a poursuivi ses efforts en vue d'accélérer le transfert de la technologie et de promouvoir la consultation auprès des secteurs industriels intéressés. Le Centre a organisé des séminaires s'adressant à tous les secteurs de l'industrie afin d'étudier les questions touchant le développement technologique, y compris les conditions relatives à la santé et à la sécurité des travailleurs oeuvrant dans les mines souterraines et à ciel ouvert, de même que les problèmes inhérents à la préparation du charbon et à la conversion du gaz et du pétrole. Un des points saillants de ces activités a sans doute été la présentation de la médaille d'argent, honorant le transfert de technologie lors de la remise du Prix d'excellence du Canada en 1986 à Almax Industries (1980) Ltd., à CANMET et à l'Université Queen's. Ce prix d'excellence a été remis à ces organismes pour souligner leur réussite au niveau du développement et du transfert de techniques efficaces utilisées pour la fabrication de céramiques à haute performance. L'exploitation du Laboratoire de fonderie mobile de CANMET, qui durant deux ans a effectué avec succès des visites aux différentes fonderies au pays, a été confiée à l'Association des organismes de recherche provinciaux.

CANMET a également été à l'origine de plusieurs projets importants réalisés conjointement avec les gouvernements et l'industrie. Au nombre de ces projets, et non des moindres, figurent le Programme des résidus acides réactifs (PRAR), réalisé par CANMET en collaboration avec l'industrie, de même que le projet entrepris conjointement avec l'Alberta Oil Sands Technology and Research Authority et l'industrie, en vue d'étudier la viabilité d'une nouvelle méthode pour récupérer le pétrole contenu dans le réservoir Athabaska. Cette technique comporte l'utilisation de puits horizontaux pour accéder aux galeries et tunnels ainsi que la méthode de drainage par gravité.

CANMET a continué d'apporter un soutien technologique aux projets de démonstration les plus importants qui ont été réalisés pendant l'année. Les technologies comprenant de nouveaux brûleurs et les systèmes de combustion avancés visant à réduire les émissions de polluants acidifiants pendant la production d'énergie calorifique ont reçu une attention particulière.

Dans le cadre de son mandat, CANMET s'est adonné à la gestion des composantes de la technologie minérale du gouvernement fédéral découlant des sous-ententes fédérales-provinciales sur l'exploitation minérale.

Sous-ententes fédérales-provinciales sur l'exploitation minérale

Province	Répartition des ressources (000 $)	Immobilisations 000 $		
		1984-1985	1985-1986	1986-1987
Terre-Neuve	1 500	0	236,9	365,5
Nouvelle-Écosse	3 275	309	464,2	872,3
Nouveau-Brunswick	3 000	215	341,2	580,0
Ontario	3 550	—	307,5	1 172,0
Manitoba	4 665	152	1 179,3	1 231,3
Saskatchewan	515	0	39	174,1

Sous la direction du Conseil consultatif national du Ministre pour CANMET et par le biais des activités de développement et de transfert des techniques susmentionnées, CANMET a cherché à combler le besoin de plus en plus pressant de nouvelles techniques qui se manifeste au sein de l'industrie. Le développement technologique est sans aucun doute l'élément principal du mécanisme qui permettra d'accroître la productivité des industries minérale et énergétique au Canada, de même que la compétitivité du pays à l'échelle internationale. CANMET possède les

ressources requises, y compris des scientifiques très compétents, des ingénieurs, des techniciens ainsi que le personnel de soutien lui permettant de faire face aux nombreux défis que réserve l'avenir sur le plan de la recherche. Le Centre de recherche est également en mesure de fournir aux industries canadiennes du secteur des ressources non renouvellables, l'aide et le soutien technique dont elles ont besoin.

Monsieur M.D. Everell
Sous-ministre adjoint
Technologie des minéraux et de l'énergie

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS i

CENTRE CANADIEN DE LA TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L'ÉNERGIE (CANMET) 1
Organisation 1

APPLICATION DE LA LOI CANADIENNE SUR LES EXPLOSIFS 2

TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L'ÉNERGIE 2
Exploitation minière 2
Méthodes et équipement pour l'exploitation minière 3
Mécanique des roches 3
Évaluation des réserves minérales 5
Environnement minier 5
Homologation de sûreté de l'équipement 5
Atmosphères explosives 6

Exploitation du charbon et des sables bitumineux et préparation du charbon 6
Évaluation des réserves de charbon 7
Mines souterraines de charbon 7
Exploitation en surface du charbon et des sables bitumineux 8
Préparation du charbon 9
Désulfuration du charbon 11

Traitement des minéraux 11
Évaluation des minéraux 11
Enrichissement: minéraux métalliques 11
Enrichissement: minéraux industriels 12
Traitement: céramiques 12
Traitement: minéraux industriels 13
Biotechnologie 13
Extraction: métaux communs 14
Extraction: métaux plus rares 14
Normes et spécifications 14
Récupération des sous-produits 15
Lutte contre la pollution 15

Technologie des combustibles 15
Récupération du bitume et des huiles lourdes 15
Traitement des émulsions de bitume et de pétrole, des effluents, et des résidus 16
Techniques d'amélioration du bitume, des pétroles lourds et des résidus 16
Procédés d'amélioration des distillats de brut synthétique et utilisation des résidus 17
Conversion du gaz naturel en combustibles liquides 17
Cotraitement et conversion du charbon 18
Gazéification 19
Carbonisation 19
Combustion 20
Combustion du charbon pulvérisé 20
Combustion en lit fluidisé (CLF) 20
Nouveaux combustibles à base de charbon 21
Techniques de lutte contre la pollution 21
Conservation: Milieux résidentiels, commerciaux et industriels 22
Combustion de la biomasse 22

Métaux et matériaux 22
Procédés de coulée 22
Technologie du travail des métaux 23
Technologie du soudage 24
Essais non destructifs 25
Microstructures et propriétés des matériaux industriels 25
Corrosion et érosion 26
Moyens de lutte contre la rupture des matériaux, et analyse de cette rupture 26
Instruments perfectionnés 27

TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE 27
Évaluation de la technologie 27
Examen des projets 27
Transfert de la technologie 27

INFORMATION TECHNOLOGIQUE 28
Services de bibliothèque 28
Documentation technique 28
Production des publications 29
Demandes de renseignements techniques et services auxiliaires correspondants 29

ANNEXE A – PERSONNEL PROFESSIONNEL DE CANMET 31

ANNEXE B – REPRÉSENTATION DE CANMET AUX COMITÉS TECHNIQUES 1985-1986 43

CENTRE CANADIEN DE LA TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L'ÉNERGIE (CANMET)

Rôle fondamental : ***Mettre en évidence l'importance des minéraux et de l'énergie dans l'économie canadienne par l'intermédiaire d'activités de recherche et de développement portant sur l'industrie minière, sur le traitement des minéraux et l'utilisation des métaux, des minéraux industriels et des combustibles.***

Depuis sa constitution à la Direction des mines en 1907, CANMET assure son appui au gouvernement canadien pour le rôle que celui-ci joue et continue à jouer: pour compléter les rôles de l'industrie, des provinces, des universités et autres secteurs, quant au développement industriel, économique et régional du Canada.

À CANMET, la R-D est répartie entre les techniques d'exploitation minière et de traitement des minéraux, du charbon et des sables bitumineux, et leur utilisation. Grâce à ces activités, CANMET remplit ses trois objectifs principaux :

— fournir au Ministre l'information dont il a besoin pour formuler ses politiques sur les ressources non renouvelables;

— satisfaire aux objectifs sociaux du gouvernement en matière de santé publique, de sécurité, et d'écologie;

— assurer le soutien de la R-D réalisée par l'industrie, afin d'améliorer la performance économique et la productivité de l'industrie.

Pour que soient remplis ces objectifs, les ressources totales de CANMET, qui s'élèvent à 73 millions de dollars et à 785 années-personnes, sont attribuées de la façon suivante : 5-10 % aux politiques, 40-45 % à la protection, et 50 % aux programmes sur la productivité. L'industrie, les groupes consultatifs et les groupes d'utilisateurs fournissent information et conseils sur la sélection des projets et sur leurs applications.

Le transfert technologique à l'intention de l'industrie constitue une portion intégrale de toutes les activités de CANMET. Pour faciliter ce transfert technologique, CANMET collabore de nombreuses façons avec l'industrie, et en particulier consacre presque un tiers de son budget à des travaux qui sont réalisés sous contrat. CANMET assure aussi ses services à l'industrie. La rémunération de ces services, qui habituellement sont basés sur des compétences spéciales et du matériel spécialisé, représente environ 1,3 million de dollars par an.

ORGANISATION

Pour mener à bien sa mission, CANMET dispose d'un personnel de 785 employés répartis dans cinq laboratoires. Les laboratoires reçoivent l'aide de plusieurs centres de ressources qui offrent des services à toutes les divisions.

Les **Laboratoires de recherche sur l'énergie** mettent au point des techniques visant à accroître la production d'hydrocarbures venant des sables bitumineux, de pétrole lourd et de brut synthétique; à améliorer la combustion, la gazéification et la liquéfaction du charbon; et à perfectionner les chaudières domestiques fonctionnant au pétrole et au gaz.

Les **Laboratoires de recherche sur le charbon** possèdent des laboratoires régionaux à Edmonton et au Cap-Breton. Ces laboratoires sont chargés de l'étude de l'extraction minière, de la préparation, du transport et de la carbonisation du charbon.

Les **Laboratoires de recherche minière** s'intéressent à la mécanique des roches, à la mise au point de méthodes d'extraction et d'équipements miniers plus sûrs et de meilleure qualité, aux essais d'explosifs, à l'environnement des mines, à l'homologation de l'équipement destiné aux mines grisouteuses, à la recherche sur les risques d'explosion et d'incendie, à l'élimination des résidus et à l'évaluation des réserves d'uranium.

Les **Laboratoires des sciences minérales** s'occupent surtout de minéralurgie, et de la mise au point de céramiques et d'autres matériaux destinés à des systèmes perfectionnés de stockage et de conversion de l'énergie.

Les **Laboratoires de recherche en métallurgie physique** travaillent principalement à améliorer des matériaux utilisés dans les domaines suivants : voies de chemins de fer, combustion du charbon, structures en mer, pipelines et récipients sous pression. Ils étudient aussi les phénomènes d'érosion et de corrosion, ainsi que la fabrication des métaux et des alliages.

Le **Bureau des programmes de recherche** coordonne la planification, la surveillance et l'évaluation des programmes de recherche de CANMET, administre les activités en rapport avec l'adjudication de contrats, dirige le système d'information de la direction sur la gestion, et constitue le secrétariat du Conseil consultatif national du Ministre pour CANMET.

Le **Bureau de transfert de la technologie** se penche

sur les problèmes de transfert technologique, et élabore des lignes directrices visant à faciliter toutes les étapes de la recherche et du développement — depuis la planification, les essais en laboratoire et les démonstrations en usine-pilote jusqu'aux applications commerciales.

La **Division de l'information technologique** fournit de nombreux services : bibliothèque, publications, analyse de documents techniques, documentation, réponses aux demandes de renseignements et diffusion de l'information.

La **Division des services techniques** offre des services techniques à toutes les divisions.

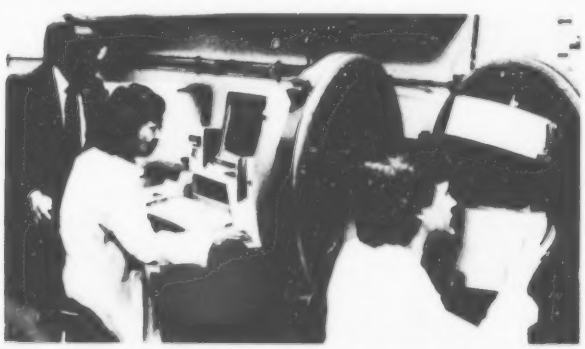
Les pages qui suivent présentent les détails essentiels des travaux de la Direction générale.

APPLICATION DE LA LOI CANADIENNE SUR LES EXPLOSIFS

CANMET dirige l'installation qui sert à vérifier au Canada le degré de sécurité et les caractéristiques de tous les explosifs dont l'emploi est autorisé par la *Loi canadienne sur les explosifs*. Les responsabilités de CANMET continuent à augmenter, en raison des progrès techniques réalisés du point de vue de la formule et de la préparation des explosifs, des inquiétudes croissantes à propos des risques posés par le transport et l'entreposage des feux d'artifice et charges propulsives très dangereuses, et du surcroît de responsabilités à l'échelle internationale.

En 1986-1987, CANMET a examiné 445 explosifs en vue de la délivrance d'autorisations en conformité avec cette loi, et a continué à étudier les facteurs qui contribuent à la détonation du nitrate d'ammonium. Le Laboratoire canadien de recherche sur les explosifs a continué son enquête sur les propriétés thermiques des explosifs, en étudiant en particulier les propriétés du trinitrotoluène (TNT). On a étudié plusieurs équations d'état pour examiner leur impact sur le calcul des propriétés détonantes et sur la détermination de la composition des fumées émises par un grand nombre d'explosifs en bouillie et d'explosifs à émulsion. On a complété le contrat concernant la sensibilité à la propagation des explosifs commerciaux dans des sondages de 15 cm, et identifié le système d'amorçage, probablement le détonateur plutôt que l'explosif ou la cartouche-amorce, comme la cause de la plupart des propagations d'ondes de choc à travers la couverture, lors de tirs abrités. Ceci constitue une découverte importante, puisque les détonations prématurées et les tirs manqués peuvent causer des problèmes de sécurité, de même que la fragmentation, le surbroyage, le sous-broyage, les dommages causés par les vibrations, et la disposition incorrecte des tas de déblais. Ces facteurs contribuent de façon importante à accroître les frais de sondage et sautage, qui même dans des circonstances idéales, jouent un rôle important du point de vue du coût de l'exploitation minière.

Don Cox (technologue) fait l'essai d'un explosif brisant sur une machine à friction BAM



Dr K.K. Feng (chercheur scientifique) utilise le calorimètre à taux accéléré pour tester la stabilité thermique des explosifs

TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L'ÉNERGIE

EXPLOITATION MINIÈRE

Par le passé, le Canada a acquis la réputation d'être l'un des principaux producteurs de métaux et concentrés minéraux du monde, en raison de la fréquence des découvertes de minerais suffisamment riches pour assurer un profit. Mais, en raison de la dépression des marchés durant les années 1980, les compagnies minières ont eu de la difficulté à rester compétitives. Après avoir atteint les limites de mesures telles que les réductions de leur personnel et de leurs coûts, les industries se sont rendues compte du besoin de consa-

crer plus d'efforts à la recherche et à la technologie et de leur montrer plus d'intérêt, pour assurer leur propre survie.

Le programme de recherche minière de CANMET met l'accent sur les projets conçus pour aider l'industrie minière du Canada à améliorer ses méthodes d'exploitation. En outre, d'autres projets ont pour but l'évaluation et la réduction des dangers pour la santé et la sécurité dans l'environnement des mines, et aussi d'assurer un soutien du point de vue de l'application des politiques. CANMET a établi et met continuellement à jour une banque nationale d'information sur la technologie minière actuelle, et la technologie que mettent au point l'industrie minière canadienne et les organismes apparentés. Les transferts technologiques sont facilités par les étroits contacts entretenus avec l'industrie minière. On prépare actuellement la troisième édition annuelle de l'ouvrage intitulé *Index of Mining Technology Development* (Index des progrès réalisés en matière de technologie minière). Cet ouvrage a été très bien reçu par l'industrie minière et fait l'objet d'une forte demande.

Méthodes et équipement pour l'exploitation minière

Pour aider l'industrie minière à accroître le rendement des opérations de broyage, chargement et transport du minerai, CANMET examine, évalue et présente des concepts nouveaux et innovations dans les méthodes et l'équipement pour l'exploitation minière.

L'amélioration de la sécurité et de la productivité résultent souvent d'améliorations de l'équipement minier. Durant l'année considérée, un entrepreneur a étudié la possibilité de forer ou de broyer le rocher au moyen d'un hydro-impacteur à cavitation. Cette étude a permis de mettre au point un nouveau joint d'eau à haute pression, résistant au choc. La mise au point d'accessoires essentiels à l'automatisation des sondages profonds a été réalisée. Ces accessoires, qui ont été installés dans une sondeuse CD-90 d'un système d'exploitation minière en continu, ont fait l'objet d'essais in situ dans une mine expérimentale, et seront commercialisés par l'entrepreneur. Tous ces perfectionnements, à condition qu'ils soient appliqués à une échelle commerciale, auront un impact positif sur le rendement et permettront de réduire le coût des forages.

On élabore actuellement, pour les employés des mines souterraines et des mines à ciel ouvert, de nouveaux principes applicables à des systèmes de manutention des matériaux, qui permettront d'améliorer la productivité et la sécurité dans les mines. En faisant davantage appel à la modélisation mathématique et à la gestion par ordinateur, on pourra utiliser de façon optimale l'équipement minier. En parvenant à automatiser et à robotiser les camions de transport du minerai, dans les vastes mines à ciel ouvert, on pourrait chaque année épargner 150 000 $ à 200 000 $ par installation.

Actuellement, le taux d'extraction de la potasse est de 40 %, et bien qu'il soit profitable, il représente une perte significative de ressources, et aussi de profits. On a progressé dans une étude actuelle sur les méthodes d'exploitation de la potasse dans des mines souterraines. On a conçu cette étude dans le but de réduire les coûts de l'exploitation minière et de pouvoir mieux prédire les venues d'eau dans les formations à couches de potasse de la Saskatchewan. Les travaux en vue d'établir le degré de soutien du toit et du mur des galeries qu'assure le remblayage, ont progressé de façon satisfaisante.

On a rédigé aux termes d'un contrat un manuel intitulé "Evaluation des investissements et des coûts opérationnels d'exploitation souterraine de petits gisements miniers". On a préparé ce manuel spécialement à l'intention des nouvelles compagnies minières, des prospecteurs, et d'entrepreneurs indépendants aux ressources financières limitées. Ce manuel leur permettra de bénéficier indirectement des connaissances et de l'expérience d'un vaste groupe d'experts-conseils, lorsqu'ils effectueront des évaluations préliminaires sur la rentabilité de l'exploitation des corps minéralisés prometteurs. CANMET se propose de publier une série de manuels et brochures de ce type, qui compléteront le *Pit Slope Manual* (manuel sur les pentes dans les mines à ciel ouvert). Le premier volume relatif à l'estimation des coûts précédant la phase de production a été très bien reçu.

Mécanique des roches

Dans le domaine de la mécanique des roches, les chercheurs s'intéressent surtout à la stabilisation du sol (ou contrôle tectonique) dans les mines. Les études traitent du problème de l'exploitation minière dans des terrains soumis à de fortes contraintes, ou du problème de l'extraction du minerai à partir des grandes excavations que nécessite une exploitation plus rentable. On a complété la mise au point, basée sur un nouveau principe, d'un système de conception et d'évaluation du soutènement. Cette méthode permet d'utiliser des ébauches pour déterminer quels systèmes de soutènement sont efficaces et rentables dans les conditions spécifiques caractérisant la masse rocheuse. Ceci permettra à la fois d'améliorer l'efficacité et la rentabilité des systèmes de soutènement miniers.

Depuis 1982, les coûts de toit sont devenus beaucoup plus fréquents dans les mines de l'Ontario. Pour cette raison, un projet de recherche tripartite, financé de façon égale par le gouvernement fédéral et par le gouvernement et l'industrie minière de l'Ontario, a été lancé en vue de la résolution de ce problème. En 1986, dans sa recherche sur les coups de toit, CANMET s'est principalement intéressé à la conception et à l'installation de nouveaux réseaux sismographiques aux alentours des mines exposées à des coups de toit. La recherche fondamentale a porté sur des techniques permettant de

localiser avec précision la source des événements sismiques. CANMET a pu mettre au point des systèmes de surveillance microsismologique et macrosismologique grâce aux projets conjoints sur les coups de toit, entrepris conjointement par le Canada, l'Ontario et l'industrie, au coût de 4,2 millions de dollars, pour réduire le nombre d'accidents mortels, d'accidents de toute nature, et de dommages causés à l'équipement dans les mines souterraines. On a mis au point des appareils et techniques qui permettront d'identifier les zones potentielles de coups de toit, et de localiser et surveiller des zones actuellement sujettes aux coups de toit. Grâce à l'information technique recueillie, on pourra mieux comprendre ce phénomène naturel. Un autre système mis au point par CANMET permet d'observer avec précision les variations des contraintes que subissent les structures rocheuses à proximité des chantiers d'abattage et des chantiers d'avancement actuellement exploités. En faisant des observations précises de ces variations, non seulement on augmentera le degré de sécurité pour les travailleurs, mais on augmentera aussi la productivité et l'on réduira les coûts d'exploitation, en même temps que l'on améliorera le procédé d'extraction par chambres et piliers.

Rand Jackson et Ah-Soo Wong (physiciens) effectuent des essais triaxiaux rigides sur un cadre portant une charge de 300 000 lb et sur un panneau à pression confine

Certaines structures minières, comme les stots de surface, présentent certaines caractéristiques de stabilité et soutènement. On a besoin de trouver un système spécifique de caractérisation des stots de surface qui nous aide à comprendre la façon dont la masse rocheuse réagit aux systèmes de soutènement tels que les remblais. On a réalisé des progrès dans la mise au point de méthodes permettant de caractériser la masse rocheuse, et dans l'élaboration de modèles déterministes qui permettent d'analyser la stabilité standard des stots de surface. On étudie actuellement des stots de type spécial (roche laminée, roche fortement altérée), qui, en même temps que 24 études de cas relatives à des stots de surface, complétées au Canada, en particulier au Manitoba, en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick, nous donneront un profil de l'environnement et des caractéristiques de la masse rocheuse.

L'élimination des barres de combustible épuisé deviendra un détail essentiel de la production d'électricité d'origine nucléaire. Le programme d'EMR fait partie intégrante d'un plus vaste Programme canadien de gestion des déchets nucléaires, réalisé pour l'Énergie atomique du Canada Limitée (EACL); il s'agit de trouver des méthodes sûres et efficaces d'élimination des déchets nucléaires fortement radioactifs. Durant l'année de l'étude, on a poursuivi l'évaluation du modèle conjoint Barton-Bandis avec les études sur les effets, à l'échelle des essais de formes, de la résistance au cisaillement des diaclases. Les résultats des essais de référence et les études de caractérisation permettront finalement d'établir une corrélation entre le comportement des diaclases à l'échelle des expériences en laboratoire, et les conditions in situ caractérisant la masse rocheuse. On a résumé et analysé de façon statistique les données obtenues dans trois régions sur les propriétés mécaniques et thermomécaniques des roches.

Vers la fin de l'existence d'une mine, alors que les galeries occupent de grandes étendues, l'instabilité locale peut se transformer en une instabilité régionale, qui peut toucher l'ensemble de la mine, ou une très vaste portion de celle-ci. Il peut en résulter de multiples coups de toit ou effondrements, ou les deux. On a évalué dans la mine Quirke d'Elliot Lake en Ontario la stabilité du toit au-dessus de la zone sujette aux coups de toit, effectué des mesures in situ des contraintes dans la mine Niobec du Québec et la mine de Campbell Red Lake en Ontario, et aussi réalisé des mesures des contraintes subies par les piliers dans la mine Denison d'Elliot Lake.

CANMET conçoit et met au point des instruments capables de satisfaire à quelques-uns des besoins urgents de l'industrie en matière de géotechnique. On a amélioré un modèle de caméra de télévision qui permet une observation latérale des sondages, et peut donc être utilisé dans les secteurs les plus défavorables des mines souterraines. Depuis son perfectionnement, on a utilisé de façon répétée cette caméra dans des son-

dages humides et des sondages remplis de saumures. Elle s'est avérée extrêmement fiable lors de ces opérations. On a employé six prototypes d'un nouvel appareil qui permet d'observer les déformations d'un fil métallique vibrant, pour déterminer la réaction du sol pendant la progression d'une galerie d'avancement dans une mine en exploitation.

En conformité avec les stipulations accessoires de l'Entente fédérale-provinciale sur l'exploitation minérale (EEM), CANMET appuie la recherche visant à augmenter le rendement et la productivité des mines, et en même temps à maintenir ou à améliorer le degré de sécurité dans l'industrie minérale. Les ententes EEM de l'Ontario portent principalement sur une meilleure connaissance des systèmes de remblai, les nouvelles méthodes d'abattage en gradins dans les mines profondes, et un logiciel amélioré utilisable dans les mines de petite taille. Durant l'année de l'étude :

— On a complété un travail fait à contrat, consistant à élaborer des spécifications d'un programme machine.

— On a poursuivi les études sur le comportement de stériles asséchés et sur le potentiel de liquéfaction des remblais.

— On a étudié la capacité des remblais consolidés à réduire les ruptures brutales des piliers.

Au Manitoba, l'entente EEM porte principalement sur la recherche en matière de mécanique des roches, qui serait d'un grand intérêt pour les mines du nord du Manitoba. Durant l'année de l'étude :

— On a pris des mesures pour assurer un système de communication d'ensemble dans les mines et les puits de mines, après avoir examiné à la fois les sytèmes de transmission des données et les systèmes de communication en téléphonie dans des secteurs isolés de ces mines.

— On a complété un examen des méthodes minières d'abattage par chambres remblayées, telles qu'employées au Manitoba.

— On a élaboré et mis à l'essai des procédés et projectiles qui serviront à combattre les avalanches, et aideront à éliminer les obstacles rocheux dans les cheminées minéralisées.

— Le système d'extraction des données de la base de données géotechniques s'est avéré satisfaisant.

— On a poursuivi l'observation géotechnique des chantiers d'abattage expérimentaux à l'intérieur de corps minéralisés de type lentilles en échelon.

— Après avoir examiné dans quelle mesure la technologie actuelle conviendrait à l'exploitation de vastes chantiers souterrains par la méthode de tirs de mine, on a choisi deux chantiers expérimentaux pour y effectuer des études in situ.

Évaluation des réserves minérales

CANMET publie un rapport annuel décrivant l'état actuel des réserves d'uranium dont l'exploitation est rentable, et les ressources présumées. On détermine actuellement les réserves de minerai dans des gîtes minéraux spécifiques, et l'on élabore de nouvelles méthodes d'évaluation de ces gîtes, pour améliorer les estimations des réserves minérales et les estimations économiques connexes.

Environnement minier

Dans toutes les exploitations minières, les poussières ont un effet négatif sur le bien-être, et à long terme, sur la santé des travailleurs. L'origine des poussières inhalables, leur composition et leur granulométrie sont quelques-uns des facteurs que l'on doit déterminer pour mettre au point des mesures antipollution efficaces, et pour orienter les études épidémiologiques et médicales, et en interpréter les résultats. On a constaté que les tirs de mine, le broyage du minerai et sa manutention étaient les principales sources de poussières. Après avoir installé un épurateur par voie humide dans le secteur d'un broyeur d'une courroie de transport à l'intérieur d'une mine souterraine d'uranium, on a constaté une différence substantielle de la granulométrie des poussières, et une réduction considérable des taux de poussières radioactives de longue période. On prévoit d'employer les données obtenues lors d'une étude sur la ventilation les rayonnements dans un chantier soumis à la lixiviation bactérienne, pour améliorer les conditions d'exploitation des chantiers d'abattage. Les nouveaux instruments, mis au point pour surveiller de façon continue les taux de radon et thoron et de leurs produits de désintégration, ont fonctionné de façon satisfaisante.

Homologation de sûreté de l'équipement

CANMET est chargé d'assurer un service national d'homologation de l'équipement et du matériel qui peuvent être employés dans les mines souterraines du Canada. L'équipement convient principalement aux mines de charbon, dans lesquelles la présence de méthane et de poussières de charbon présentent un danger continuel d'explosion.

Durant l'année financière, un total de 55 nouveaux certificats ont été délivrés relativement à l'équipement et au

matériel utilisés dans les mines souterraines. En outre, on a au total réalisé 92 séries d'essais pour l'Association canadienne de normalisation et pour 17 compagnies privées. Les essais étaient principalement des essais du matériel employé dans les atmosphères explosives, et quelques essais de détection des gaz.

Dans le domaine de la rédaction des normes, à laquelle participe CANMET qui fournit une grande partie de l'information et des efforts de recherche et de développement, on a rédigé un nouveau texte du code des moteurs diesels anti-déflagrants, publié une nouvelle édition de la norme de l'Association canadienne de normalisation (ACNOR) concernant les enceintes électriques à l'épreuve des explosions, et apporté d'importantes modifications à la norme sur les fluides hydrauliques, et approuvé la publication de la nouvelle norme ACNOR intitulée *Flame-tested Conveyor Belting for Underground Mines* (courroies de transport des mines souterraines, soumises à des essais de flamme). En outre, on a révisé plusieurs autres normes fondamentales, pour tenir compte de l'avènement de nouvelles technologies.

Appareil de mesure de l'indice d'oxygène qui permet d'évaluer l'inflammabilité des courroies de transport

gramme sur les émissions de fumées de diesel en est arrivé à une étape avancée de la phase du transfert technologique. On a complété une "identification" de tous les véhicules diesels d'usage souterrain, à travers le Canada. Cette identification permettra à l'industrie de choisir le type de filtre approprié. Les résultats communiqués par les mines qui ont commencé à appliquer cette technologie, montrent que l'industrie tirera des bénéfices substantiels de ce projet. Du point de vue de la santé et de la sécurité, il est possible d'atteindre dans les mines souterraines une amélioration de 100 % de la qualité de l'air; du point de vue des coûts d'exploitation, il est possible de réduire de 50 % les exigences en matière de ventilation. Cependant, la plupart des exploitants choisiront une solution mixte pour obtenir des bénéfices mieux répartis.

Ken Judge (technologue) travaille sur l'appareil Hartman

Atmosphères explosives

CANMET participe à un programme de lutte contre les explosions de poussières, entrepris conjointement par les industries minières du Canada et des États-Unis. On a déterminé l'explosibilité de deux matériaux, et complété une enquête sur les causes et la prévention des explosions provoquées par de l'hydrogène gazeux dans des systèmes contenant du ferro-silicium. Le pro-

EXPLOITATION DU CHARBON ET DES SABLES BITUMINEUX ET PRÉPARATION DU CHARBON

CANMET est le principal organisme canadien chargé de la recherche sur les combustibles fossiles, de leur mise en valeur, de la démonstration et du transfert des nouvelles technologies auprès de l'industrie. CANMET accomplit ses travaux de recherche en réponse aux

besoins et problèmes de l'industrie, ou en prévision de ceux-ci. Il est donc par conséquent avantageux et essentiel de garder des liens étroits avec l'industrie. À cet égard, le Conseil consultatif national du Ministre pour CANMET (CCNMC) joue un rôle important dans les programmes de CANMET. Ce comité est un organisme représentatif constitué par décret du conseil pour conseiller le ministre, à EMR, et présenter un point de vue national en matière de R-D. On tient compte des recommandations du comité lorsqu'on élabore des plans à court et à long termes.

Bien que la production canadienne de charbon reste élevée, les branches exportatrices de l'industrie doivent opérer dans un marché international où la concurrence est sans pitié, et où le Canada n'est pas le pays qui produit aux coûts les plus bas. Ainsi, il est de plus en plus important pour l'industrie houillère que l'on continue à travailler à la mise au point et à la démonstration de nouvelles méthodes minières et méthodes de préparation du charbon pour le client.

CANMET continue à perfectionner la technologie, pour aider l'industrie minière canadienne à améliorer les méthodes minières et à mesurer et réduire les dangers pour la santé et la sécurité du personnel travaillant dans les mines. La publication annuelle de CANMET intitulée *Développements actuels de la recherche sur le charbon, et projets de démonstration au Canada* constitue un index des projets en cours et des projets récemment complétés, et encourage les transferts technologiques, en tenant l'industrie au courant des réalisations des autres groupes.

Évaluation des réserves de charbon

À EMR, l'Institut de géologie sédimentaire et pétrolière (IGSP) de la Commission géologique du Canada est chargé d'estimer les ressources en charbon, tandis que CANMET doit évaluer les réserves de charbon, y compris celles du charbon de qualité commerciale. L'IGPS et CANMET collaborent de façon à créer et à garder à jour un fichier de données sur la qualité des charbons, contenant de l'information à la fois sur la qualité des ressources et sur la qualité du charbon contenu dans les réserves/extrait du sol. Le supplément nº 6 de CANMET intitulé *Répertoire des analyses des charbons commerciaux canadiens*, qui présente des données sur la qualité des charbons fournies en conformité avec un programme national d'échantillonnage réalisé en 1984, a été publié. Pour la première fois, cette série de rapports mentionnait les oligo-éléments fluor et chlore. Les entrepreneurs évaluent les techniques actuellement employées pour déterminer in situ la densité des charbons – facteur essentiel si l'on veut déterminer les tonnages que représentent les réserves et ressources houillères.

On a analysé des échantillons de charbon pour le compte du ministère des Mines et de l'Énergie de la Nouvelle-Écosse, dans le cadre d'une entente conjointe fédérale-provinciale sur l'exploitation minérale.

Mines souterraines de charbon

CANMET oeuvre à améliorer les conditions d'hygiène et de sécurité au travail, et à encourager, par leur application sélective, l'emploi de méthodes minières plus rentables dans les mines de charbon souterraines du Canada.

Si l'on veut extraire le charbon dans des conditions de sécurité, sans réduire la productivité, on doit assurer le soutènement des voies de roulage. Grâce à une subvention accordée aux termes du PARI d'EMR, un entrepreneur a complété l'analyse d'une base de données détaillée sur la déformation des voies de roulage, dans le champ houiller de Sydney. Un autre contrat a permis l'établissement d'un système de soutènement des voies de roulage, plus léger et plus facile à manipuler que les cintres en acier lourd à section H actuellement utilisés. Ce contrat de recherche a permis de démontrer que des tubes en acier remplis par injection de ciment pouvaient procurer une résistance à la flexion équivalente à celle d'un cintre normal en acier, malgré une réduction de poids de 37 %. Le système de remblayage monolithique installé par la Société de développement du Cap-Breton (SDCB) assure un soutènement plus efficace des voies de roulage que les systèmes traditionnels, mais il est aussi plus coûteux. La SDCB et CANMET examinent tous deux l'emploi de matériaux indigènes de la Nouvelle-Écosse pour remplacer les composants les plus coûteux de ce système. L'une des substances étudiées est un mélange de cendres volantes et de ciment. En employant ce produit en même temps qu'un système mélangeur dans le sous-sol, et un système de remblayage entièrement mécanisé, on devrait réaliser des économies considérables et augmenter de façon importante le rendement.

Il est impératif de connaître la stabilité des strates environnantes, si l'on veut maintenir à la fois le taux de productivité et le degré de sécurité du milieu de travail, durant les travaux d'excavation. CANMET a lancé un programme de surveillance géotechnique, pour observer le comportement des strates à proximité de la perçeuse de tunnels durant l'avancement du tunnel nº 3 jusqu'au filon Harbour et durant le traçage d'un travers-banc "d'appui" jusqu'au tunnel nº 2 dans le champ houiller de Sydney.

Il est difficile de connaître dans quelle mesure les directives actuelles à propos de la subsidence des galeries sous-marines peuvent s'appliquer au champ houiller de Sydney, puisqu'elles ont surtout pour origine certaines données terrestres européennes extrapolées au milieu sous-marin, au lieu d'avoir été dérivées empiriquement de données de vérité relatives au fond marin. Par conséquent, CANMET a lancé un programme à long terme pour mesurer la vitesse réelle de subsidence du fond

marin, élaborer des techniques efficaces de prévision, et établir des directives de travail en toute sécurité, spécifiquement applicables au champ houiller de Sydney.

On a poursuivi l'enquête sur les phénomènes explosifs observés dans la houillère nº 26 du Cap-Breton, après la fermeture de cette dernière, étant donné que l'on prévoit que d'autres exploitations minières de la SDCB atteindront des profondeurs et milieux géologiques similaires au cours des cinq prochaines années. On a entrepris une série détaillée de déterminations in situ des contraintes. On a réalisé une évaluation préliminaire des techniques de mini-fracturation dans le milieu d'une mine souterraine de charbon, ainsi qu'une estimation de ces techniques dans des strates carbonifères peu résistantes comme des couches de houille et de mudstone.

Le méthane et les poussières présentent un danger pour la santé et la sécurité des travailleurs dans les mines souterraines de charbon. Pour réduire le danger d'émissions de méthane, on doit introduire des quantités suffisantes d'air dans les zones stratégiques des galeries de mine, et si nécessaire, chasser efficacement le méthane. Ainsi, la possibilité de prédire quel volume de méthane sera émis est un élément essentiel si l'on veut planifier la ventilation. On a complété une étude détaillée et critique des méthodes employées dans un certain nombre de pays producteurs de charbon, pour prédire les taux de méthane. Lors d'un effort conjoint de recherche avec le U.S. Bureau of Mines, on a identifié les modes de libération du méthane. Durant l'année, on a poursuivi les études sur les écoulements d'air à travers le remblai. En employant un remblayage monolithique, on a accru les volumes d'air atteignant la base des faces des parois latérales, et ceci devrait permettre l'exploitation minière sur 2500 mètres dans une chambre d'avancement d'un front de longue taille, sans que l'on ait besoin d'employer une recoupe. On a décrit la performance de ventilateurs de puits de mine peu profonds dans le cas de trois haveuses employées dans la houillère de Lingan. On a employé la technique des gaz traceurs pour décrire la distribution du courant d'air et le débit d'air produits autour des tambours de haveuses par des ventilateurs de puits de mine peu profonds; ces ventilateurs sont installés dans les bases creuses des tambours. À condition de mieux comprendre les problèmes de ventilation et de libération du méthane, on pourra plus facilement contrôler l'environnement des mines souterraines.

En surveillant les taux de poussières inhalables dans les mines de charbon souterraines, et en cherchant à trouver des mesures pour réduire ces taux, on réduira les risques pour les travailleurs des mines de charbon de contracter une pneumoconiose et des maladies pulmonaires. On a réalisé douze relevés des taux de poussières au front de taille et neuf relevés des poussières d'entrée à sortie.

Exploitation en surface du charbon et des sables bitumineux

L'évolution des marchés et la demande de charbon depuis quelques années exigent que l'on réoriente les efforts de recherche sur le charbon, de façon à améliorer la rentabilité des exploitations minières de surface et rechercher le charbon thermique plutôt que le charbon métallurgique à l'intention des marchés étrangers et intérieurs. Au cours de l'année de l'étude, on a lancé six projets financés en coopération avec l'industrie. La participation financière de l'extérieur à ces projets totalise 730 000 $, la contribution financière de CANMET 475 000 $. CANMET a encouragé l'amélioration de la technologie existante, et facilité l'adaptation et l'acceptation de la nouvelle technologie par l'industrie, grâce à la préparation de rapports concis et à jour sur les méthodes et l'équipement miniers, et aussi grâce à l'organisation de séminaires et de colloques, à la participation à ceux-ci, et à la démonstration de la technologie de l'abattage à l'explosif.

La démonstration des techniques d'abattage à l'explosif est actuellement réalisée dans le cadre d'un projet de recherche conjointement financé par CANMET et l'industrie, dans une mine de charbon à ciel ouvert, qui se trouve dans la région montagneuse du sud-est de la Colombie-Britannique. Cette expérience a mis en évidence une réduction significative des coûts de manutention des matériaux. Étant donné que l'on peut identifier les conditions typiques dans lesquelles cette technique convient à l'exploitation minière, d'autres industries minières de la région commencent à envisager l'emploi de cette technique au lieu des modes mécaniques d'excavation.

On continue à consacrer des efforts considérables à l'observation des progrès mondiaux dans la technologie de l'extraction minière à ciel ouvert. Les études internes portaient surtout sur les moyens d'optimiser la production des machines de chargement et de transport employées dans des systèmes d'exploitation minière continus et discontinus. On a révisé la notion de facteur d'égalisation, c'est-à-dire le principe de faire correspondre la capacité de chargement à la capacité de transport à tout moment durant l'exploitation.

La combustion spontanée continue à poser à l'industrie des problèmes de manutention du charbon, étant donné qu'elle met en danger les travailleurs, et fait augmenter les coûts en raison d'une baisse de la productivité. Ainsi, CANMET étudie les causes de ce phénomène et les moyens d'y remédier. On a progressé considérablement quant à la caractérisation des charbons de l'ouest du Canada en définissant leur susceptibilité à la combustion spontanée. Il semble qu'en saturant avec du gaz carbonique le charbon entreposé, on puisse réduire les possibilités de combustion spontanée. Dans une étude sur les mécanismes de la réaction de combustion spontanée, un entrepreneur a établi

une corrélation entre la réponse thermique et la teneur en eau. Lors d'une autre étude conjointement financée par CANMET, Transports Canada et la SDCB, on a constaté qu'il était possible de transformer par oxydation bactérienne le méthane en un produit non inflammable, à l'échelle expérimentale de trois tonnes métriques.

Le programme de recherche appliquée entreprise à l'intention de l'industrie par CANMET sur l'exploitation à ciel ouvert du charbon et des sables bitumineux, porte sur la conception, la surveillance et la stabilisation des géostructures de façon à garantir des conditions de travail sûres. Durant l'année financière de l'étude :

— On a réalisé des essais in situ d'un modèle informatisé à éléments finis, basé sur la technique de corrélation entre les contraintes, les propriétés et la déformation, dans le cadre d'un projet commun de recherche financé conjointement avec l'industrie.

— Un entrepreneur a perfectionné le système d'observation par clinomètre/radiotélémétrie, de façon à ce qu'il puisse recevoir des clinoscopes et transmettre les données sur de grandes distances. On emploie actuellement ce système amélioré pour surveiller les mouvements survenant dans les gradins exploités avec une pelle à benne, sur le site de la mine Syncrude.

— On a employé, lors d'une étude réalisée à contrat, les données géotechniques recueillies au mur d'une mine située dans le sud-est de la Colombie-Britannique, pour étudier les techniques d'exploration, les méthodes de surveillance, les méthodes analytiques de conception, les restrictions pratiques, et autres facteurs influant sur la stabilité des murs de fort pendage dans les mines des régions montagneuses. On a identifié les paramètres critiques déterminant la stabilité des murs d'une mine, et élaboré des méthodes nouvelles d'analyse, en particulier d'analyse de la rupture par flambage des dalles incurvées.

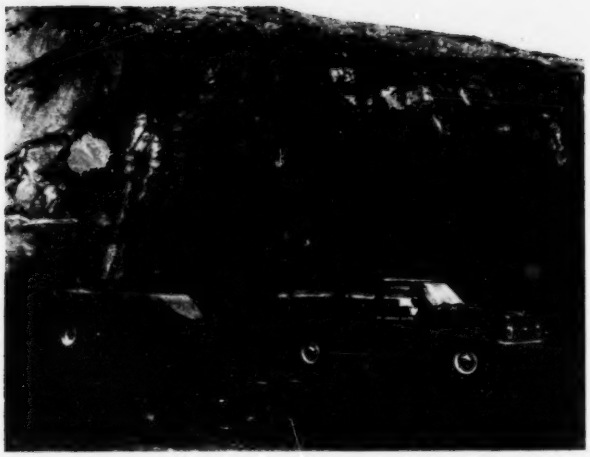
— Tous les sept producteurs de la Colombie-Britannique, la B.C. Mining Association, et les participants de l'Entente entre le Canada et la Colombie-Britannique sur l'exploitation minérale, ont collectivement financé une enquête sur la stabilité des terrils "actifs". Ces travaux présentent et réunissent les connaissances actuelles sur le comportement de ce type de terrils. CANMET a fourni le financement progressif nécessaire à l'analyse détaillée de la documentation complète sur la surveillance des terrils "actifs" entretenus par les sept producteurs de Colombie-Britannique.

Les chefs de l'industrie houillère admettent que de nouvelles technologies et des contrôles plus stricts sont absolument nécessaires, si l'industrie veut être concurrentielle sur le marché mondial de l'énergie. La modélisation et la simulation informatisées sont des méthodes efficaces pour améliorer la productivité et réduire les coûts. On a élaboré, conjointement avec le Conseil national de recherches du Canada, un modèle informatique en régime stable du fonctionnement d'un camion/pelle, dont on a fait l'essai en employant les données obtenues dans huit mines de charbon à ciel ouvert dans l'ouest du Canada. On a complété un travail fait à contrat, dont le but est de valider un modèle réaliste d'un système d'excavateur avec roue à augets-convoyeur-trémie. On a fait l'essai d'un modèle de pelle à benne traînante, pour calculer les diagrammes de portée et pour optimiser les diverses méthodes d'utilisation de la pelle à benne; pour cela, on a employé des données provenant d'une mine actuellement exploitée. Un projet conjoint avec l'industrie, dont le but est l'élaboration d'un modèle informatique de l'"Easi-miner", a permis de mettre au point une première version du modèle simulant la production de l'"Easi-miner" et du matériel de transport. On a commencé, en collaboration avec une compagnie d'exploitation du charbon de l'ouest du Canada, une démonstration et une évaluation conjointement financées d'un système de gestion intégrée des camions.

L'état des voies de roulage a une forte influence sur la productivité du parc de véhicules miniers, donc sur les coûts d'exploitation de la mine. Pour déterminer les moyens les plus économiques d'assurer la construction et l'entretien des voies de roulage, il est nécessaire de connaître en détail la résistance au roulage des voies existant dans la mine. On a conçu et construit une remorque équipée d'instruments qui permettent de mesurer les résistances au roulage, lorsque cette remorque est tirée par un camion de 3/4 tonne équipé d'un système automatique d'acquisition des données.

Préparation du charbon

À sa sortie de la mine, le charbon brut contient de l'argile, de la roche, de la pyrite et des débris en diverses quantités. La préparation du charbon permet d'éliminer ces impuretés ou les produits non combustibles, de façon à donner un combustible uniforme de bonne qualité. L'un des composants de ces impuretés est le soufre qui réagit avec l'oxygène durant la combustion, en donnant un polluant nocif. En éliminant ces impure-



Remorque du Laboratoire d'exploitation à ciel ouvert de CANMET, utilisé pour mesurer les résistances au roulage dans une mine de charbon à ciel ouvert de l'Ouest canadien

tés, les usines de préparation du charbon augmentent la valeur économique et écologique du charbon et réduisent les coûts de transport de celui-ci. Un examen de la technologie employée par l'industrie et en particulier des visites effectuées dans douze usines de préparation du charbon, ont permis d'identifier les secteurs dans lesquels CANMET pourrait au mieux aider l'industrie.

L'évaluation à l'échelle nationale de la régulation des procédés de préparation du charbon a été complétée par une évaluation à l'échelle internationale des innovations réalisées dans les pays avant-gardistes en matière de R-D sur la commande des processus industriels. Durant la conduite en autonome de ces processus, les travaux sur le mélange des charbons ont permis d'élaborer des techniques graphiques et numériques indicatrices des points de coupe optimaux.

Récemment, la diminution des prix du charbon a encouragé les exploitants de ce produit à rechercher des façons d'améliorer la récupération du charbon fin, et par conséquent de réduire les coûts. CANMET a évalué la possibilité d'utiliser des spirales pour améliorer la récupération des charbons fins. On a indiqué plusieurs avantages de l'utilisation de ce type de spirales. Toutefois, l'étude a aussi montré que dans le cas de certains charbons, l'utilisation de cyclones ou à la fois de cyclones ou de spirales permettait d'atteindre le taux de récupération optimal en fonction de la lavabilité des particules fines.

Grâce à l'expérience acquise à propos de l'évaluation des spirales, on a réalisé un projet visant à récupérer le charbon dans des échantillons de déblais provenant d'une usine de préparation du charbon de l'ouest du Canada. On a constaté que l'ajout de spirales pourrait améliorer le taux de récupération du charbon fin et produire des rebuts dont la teneur en cendres soit acceptable.

Conjointement avec le programme entrepris par CANMET pour caractériser les ressources canadiennes en magnétite, afin de les utiliser au mieux durant les processus industriels de traitement du charbon en milieu lourd, on a complété des travaux faits sous contrat, dont le but était de déterminer les pertes de magnétite et les sources, caractéristiques et coûts de la magnétite.

La convention entre le Canada et la République fédérale d'Allemagne sur les systèmes employant des boues de charbon, appuie quatre secteurs d'activités conjointes; les systèmes employant des boues denses de charbon, l'acheminement par pipeline et sur de courtes distances des boues de charbon grossier, et la conception des pipelines qui servent à acheminer ces boues.

Le succès de la recherche conjointe multidisciplinaire, du point de vue de la résolution des problèmes industriels pratiques, a considérablement intéressé l'industrie, au Canada et ailleurs. Durant l'année financière, les activités réalisées sur une base de récupération des coûts couvraient les thèmes suivants : l'oxydation et l'altération du charbon contenu dans des stocks de réserves, et les effets connexes sur les propriétés de flottation, d'enrichissement et de cokéfaction, l'amélioration du charbon de bas rang, l'évaluation des produits de carbonisation, la caractérisation des brais, des stériles de sables bitumineux, des émulsions dans les bassins de décantation, l'identification, la modification et la mise à l'essai des désémulsifiants, et la caractérisation des surfactants naturels dérivés des pétroles lourds.

L'oxydation du charbon influence de nombreux détails de l'enrichissement et de l'utilisation des charbons, en particulier la flottation par moussage, les propriétés de cokéfaction, et le caractère pulvérulent du charbon. Quelques-unes des techniques employées dans une étude courante sur l'altération et l'oxydation du charbon et sur l'amélioration des charbons de rang bas comprenaient la microscopie électronique à balayage, la porosimétrie en présence de mercure, les mesures de surface et les études de sorption et désorption des gaz ($\triangle P$). L'instrument $\triangle P$ mis au point par CANMET a fait l'objet d'une commercialisation.

Les installations mobiles de déshydratation de CANMET fournissent une aide directe à l'industrie, et permettent aux chercheurs de faire des expériences dans les conditions réelles d'exploitation d'une usine. Les installations mobiles ont fait l'objet d'un essai in situ dans une laverie. On a finement réglé le fonctionnement du filtre-presse à courroie, et optimisé la commande des processus industriels. On a identifié les types d'améliorations qui faciliteraient le fonctionnement des machines et réduiraient la consommation de produits chimiques. Durant l'année, on a employé dans une laverie l'installa-

tion mobile de CANMET pour traitement des eaux afin d'optimiser les applications de floculants et afin d'améliorer le rendement du circuit de traitement des eaux. La laverie a demandé à CANMET de lui prêter assistance lors d'essais de l'installation en grandeur réelle, avec emploi du floculant sélectionné durant des essais conduits avec l'installation mobile.

Désulfuration du charbon

Les efforts de recherche de CANMET ont porté sur l'amélioration à coûts modérés des charbons riches en soufre, en particulier : l'enrichissement magnétique à sec, le nettoyage en profondeur par meulage progressif, la flottation et la séparation magnétique, la préconcentration des particules de dimensions grossières au moyen de cylindres magnétiques permanents [illegible] rares, la biodépression sélective de la pyrite à partir du charbon et la flottation en colonne après broyage ultrafin. La SDCB a indiqué que l'élimination du soufre (pyrite) représentait le problème technique le plus sérieux auquel elle doive faire face. Si l'on peut démontrer que ces technologies sont efficaces et rentables, on poursuivra l'essai en usine-pilote en collaboration avec la SDCB.

TRAITEMENT DES MINÉRAUX

Les études de CANMET sont réalisées de façon interne et à contrat, et répondent aux besoins de l'industrie minérale canadienne. Pour l'élaboration du programme, CANMET consulte l'industrie et les provinces par le biais des Ententes fédérales-provinciales sur l'exploitation minérale. Le programme est exécuté en coopération avec les réalisateurs industriels de R-D, les compagnies privées de recherche, les organismes provinciaux de recherche et les universités.

On a entrepris d'importants projets concernant le traitement des minerais métalliques et des minéraux industriels, la mise au point et l'essai de matériaux de construction améliorés, en particulier du béton, et la préparation et le traitement de produits céramiques, à la fois traditionnels et de pointe. À l'appui de ces activités, on réalise diverses études minéralogiques, qui portent principalement sur la conception et l'optimisation des procédés. CANMET élabore des procédés nouveaux ou améliorés qui permettront d'extraire économiquement les métaux des concentrés, et de récupérer des concentrations de minerai normalement perdues dans les eaux résiduaires. Les méthodes utilisées comprennent la lixiviation et d'autres procédés chimiques.

CANMET dispose aussi d'un service fournissant des matériaux de référence certifiés, qui permettent un contrôle analytique de la qualité des produits, de leur uniformité et de la sécurité qu'ils offrent.

Évaluation des minéraux

La mise en valeur des ressources minérales du Canada, y compris des gîtes vastes, de faible teneur et complexes de minéraux métalliques et la mise en valeur de manifestations minérales d'importance industrielle exigent des évaluations détaillées de la minéralogie, de la distribution des éléments importants, et des caractéristiques probables de leur libération. Durant l'année de l'étude:

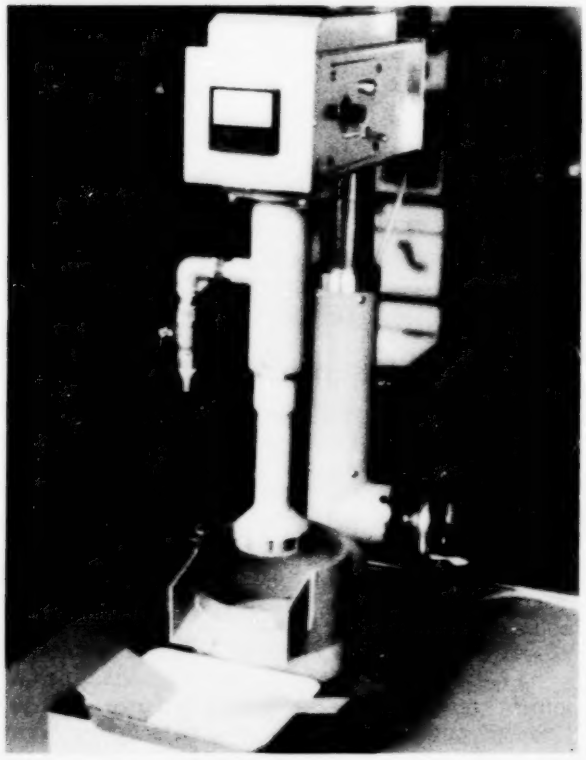
- On a complété une étude sur la présence et la récupération de l'or dans la minéralisation cuprifère et cobaltifère du gîte de Windy Craggy, dans le nord-ouest de la Colombie-Britannique.
- Les investigations métallurgiques initiales effectuées sur un lot de minerais difficiles à traiter, du type de ceux du gîte d'Anvil, indiquent une résistance au broyage fin, et de faibles taux de récupération.
- On a entrepris une étude sur la présence et sur la nature des minéraux du groupe du platine associés à la chromite contenue dans la partie inférieure de la zone chromatifère du filon-couche de Bird River dans le sud-est du Manitoba. Les sulfures, arséniures, tellurures de minéraux du groupe du platine – se présentaient principalement sous forme d'inclusions dans des minéraux silicatés, et non dans la chromite.
- On a continué une étude de l'effet qu'exerce la substitution de l'arsenic dans le site du soufre à l'intérieur de la cellule cristallographique de la jarosite, sur les pertes d'argent à l'intérieur des jarosites.
- On a commencé des études minéralogiques détaillées sur des minerais aurifères sélectionnés.

Enrichissement : minéraux métalliques

Dans le domaine de la préparation des minerais, l'usage par l'industrie canadienne de la famille de programmes basés sur le traitement simulé des minerais et du charbon (Simulated Processing of Ore and Coal, SPOC) a considérablement augmenté après conversion du logiciel en système PC d'IBM. La génération suivante de méthodes de traitement des minéraux, assistées par ordinateur – de systèmes experts – est en cours d'élaboration. On travaille actuellement à quatre projets de mise au point et de mise en service de systèmes experts dans les usines canadiennes de traitement des minéraux. Il est de plus en plus évident que l'industrie canadienne des minerais de fer doit améliorer son rendement, réduire sa consommation d'énergie et améliorer la qualité de ses produits, si elle désire rester

viable et concurrentielle sur les marchés actuels. Durant l'année de l'étude, on a complété des expériences menées sur des granules extrudés à froid de concentrés de minerai de fer provenant de Carol Lake, et l'on a utilisé des polymères et du carbonate de calcium comme plastifiants et comme liants. On emploie dans un concentrateur les eaux de trop-plein plus épaisses comme appoint, mais, en particulier durant certaines périodes de l'année, cette eau est de mauvaise qualité et crée des problèmes dans tous les circuits. Après une étude minéralogique, on a constaté que l'ajout de floculant ionique pouvait nettement accroître la vitesse de sédimentation et augmenter la quantité d'eau de trop-plein dans une proportion pouvant atteindre 30 %.

Les chercheurs ont continué à examiner des méthodes qui permettent d'améliorer la récupération des particules minérales fines et à élaborer des procédés qui permettent une meilleure récupération de l'étain à partir des résidus de la flottation des sulfures de métaux communs. On a réalisé des essais sur les minerais de Kidd Creek, de QIT – Fer et Titane Inc., et de Rio Algom. Lors d'études visant à déterminer les propriétés fondamentales influant sur la libération des minéraux, on a constaté que l'on pouvait déduire de la distribution granulométrique de la pyrite les taux de libération des éléments à partir des minerais de métaux communs complexes.



Cellule de flottation de Nagahm

Enrichissement : minéraux industriels

Le secteur des minéraux industriels consacre des sommes plus importantes à l'énergie dans le secteur de la production que toutes les autres industries, et presque quatre fois plus que la moyenne du secteur industriel dans son ensemble. Dans certaines industries comme celles du ciment, de la chaux et du gypse, les coûts de l'énergie représentent environ la moitié des coûts de production. Pour mieux conserver l'énergie, il faut améliorer la conception de l'équipement, modifier les procédés, changer de combustible, utiliser des produits moins consommateurs d'énergie comme compléments et optimiser les flux énergétiques. Pour réaliser toutes ces mesures, il est nécessaire d'entreprendre de la R-D qui permettra d'optimiser les conditions de traitement. Des programmes de CANMET visant à étudier à l'échelle pilote l'effet de produits facilitant le broyage, l'emploi de classeurs de rendement élevé, diverses configurations de l'installation de broyage/du classeur, etc., ont indiqué qu'il était possible de réduire de 50 % la quantité d'énergie consommée par installation. La fabrication de ciment est particulièrement consommatrice d'énergie. On conçoit actuellement un projet qui permettra d'évaluer les économies d'énergie que l'on peut réaliser dans une usine commerciale de ciment en installant des broyeurs à cylindres, des classeurs de rendement élevé et en effectuant continuellement une analyse et un contrôle granulométriques. Dans un autre programme, on examine la possibilité de remplacer le ciment par des matériaux largements résiduels comme les cendres volantes, les fumées de silice condensées, les laitiers ferreux et non ferreux dans de nombreux types de béton, comme mesures d'économie. La mise au point de séparateurs magnétiques de haute intensité, à solénoïde supraconducteur a couronné de succès les efforts de CANMET pour améliorer les procédés de séparation des cendres et de la pyrite du charbon, de séparation de l'argile de la potasse, et de séparation de la silice du minerai de fer.

Des études entreprises en laboratoire dans le cadre de l'Entente entre le Canada et la Nouvelle-Écosse sur l'exploitation minérale, sur des échantillons de barytine provenant de Scotsville, de Lake Ainslie, de Pine Brook et de Brookfield, ont démontré la faisabilité d'une méthode de récupération de la barytine sous forme boueuse, par des méthodes de séparation par gravité que l'on combine, dans le cas des échantillons de Brookfield, avec les procédés de séparation magnétique par voie humide. En traitant par voie humide des stériles d'amiante, on a mis au point des fibres à faible teneur de fines, utilisables dans des plastiques et produits à base d'amiante.

Traitement : céramiques

Dans le monde entier, on s'intéresse de plus en plus à l'usage de produits céramiques dans divers appareils et structures. Quelques-uns des appareils employant des

céramiques sont des capteurs de divers types, des transducteurs CND (à contrôle non destructif), des batteries, des pompes ioniques et des piles à combustible. Les emplois en mécanique sont basés sur la fabrication de céramiques durcies, résistantes à l'usure, résistantes à la corrosion et aux températures élevées, de résistance mécanique élevée, utilisables dans des turbines à gaz extrêmement chauds, comme pièces de moteurs, comme échangeurs de chaleur, et comme outils de coupe et paliers de contact. On entreprend actuellement la caractérisation des alumines bêta/bêta préparées et contenant les stabilisateurs Li^+ et Mg^{2+}, et de l'alumine bêta/bêta durcie par du zirconia. On a poursuivi l'étude, réalisée sous contrat, de techniques ultrasoniques visant à abaisser le seuil de détection des défauts légers dans les céramiques. Grâce à ces travaux sur le transfert de la technologie de pointe des céramiques à l'industrie canadienne, CANMET a reçu la Médaille d'argent avec le prix d'excellence de 1986. CANMET partage cette récompense avec la compagnie Almax Industries et l'Université Queen's; ensemble, ils ont participé avec succès à la diffusion des connaissances et compétences dans les domaines de la composition, de la préparation et du traitement des céramiques piézoélectriques utilisées dans des générateurs thermoélectriques et des batteries au sodium et au soufre. On a monté un système qui permet la caractérisation électrique des matériaux en fonction de la température et de la fréquence; et un autre système d'analyse de la réponse transitoire en courant continu des piles électrochimiques.

On a poursuivi les recherches sur des matériaux semiconducteurs utilisés dans les processus photoélectrochimiques et catalytiques.

L'étude de la résistance à la corrosion de produits réfractaires cimentés directement, cimentés par un goudron, cimentés par une résine et contenant du carbone, que l'on a mis en contact avec des scories, a montré qu'ils avaient tous une bonne résistance à la corrosion au contact de scories basiques, aux températures inférieures à 1700 °C.

Traitement : minéraux industriels

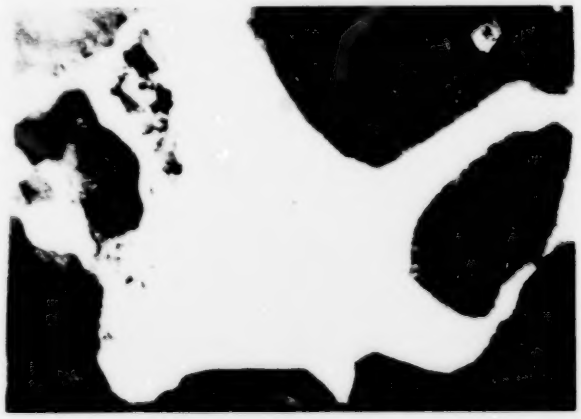
CANMET a produit un béton superplastifié dans lequel une proportion beaucoup plus élevée de ciment portland a été remplacée par des cendres volantes, qu'on ne le croyait possible. On a remplacé dans ce béton plus de la moitié du ciment par des cendres volantes, et pourtant celui-ci présente une plus grande résistance mécanique et un module plus élevé que le béton témoin. Un autre avantage important est que l'on peut installer de très grandes pièces sans qu'apparaissent des fissures internes causées par des contraintes thermiques, puisque le béton a une beaucoup plus faible chaleur d'hydratation. En remplaçant le ciment par des cendres volantes, l'industrie pourra utiliser un produit minéral résiduel, et en même temps réduire le coût du béton de 15 à 20 %.

Pendant leur vie, les structures subissent des détériorations importantes causées par la réaction des alcalis dans les ciments, lorsque certains types de silice existent dans les agrégats. Grâce à des travaux internes et faits à contrat, CANMET recueille de l'information sur l'étendue du problème, identifie certaines sources régionales d'agrégats qui manifestent une réactivité, et met au point des produits complémentaires utilisables dans les ciments, qui permettront de réduire les réactions susmentionnées.

Le remplacement du ciment par du laitier de haut fourneau broyé, en granules, provenant d'une usine du nord de l'Ontario (la technologie utilisée a été élaborée à forfait par CANMET) a permis d'économiser annuellement des millions de dollars; ce produit est employé dans les remblais de mines.

Biotechnologie

On a identifié la biotechnologie comme étant l'une des sciences d'avenir. Il existe de nombreux exemples d'interactions d'espèces biologiques avec des systèmes minéraux. Le réseau BIOMINET a contribué à améliorer les communications entre les nombreuses disciplines apparentées à ce domaine. La recherche interne a aidé à identifier les bactéries hétérotrophes qui extraient sélectivement le nickel par lixiviation. Les travaux réalisés en collaboration avec les entrepreneurs et clients industriels ont nettement progressé dans les domaines de la biosorption des métaux, et de la biodestruction des hydrocarbures et du cyanure. On évalue actuellement l'utilisation commerciale par l'industrie minière d'un procédé qui permet de récupérer le sélénium à partir d'effluents miniers. On évalue aussi, du point de vue de la récupération secondaire du zinc et du cuivre au Manitoba, le succès de la biolixiviation de l'uranium telle que pratiquée dans les mines Denison.



Piqûres résultant de l'oxydation microbienne de la sphalérite Agr. 20 000X

Extraction : métaux communs

La recherche en cours indique le vif intérêt pour l'exploitation minière de l'or. On a identifié et mis à l'épreuve un certain nombre de nouveaux systèmes de prétraitement et de lixiviation, et on les a comparés au procédé d'extraction par le cyanure. L'extraction de l'or à partir d'une solution, à l'aide d'un nouveau système d'échange ionique, a donné des résultats encourageants. On a poursuivi les travaux sur le perfectionnement de la méthode d'acidification-volatilisation-reneutralisation (AVR), et l'on a évalué l'osmose inverse, puis les techniques d'échange ionique comme moyens de récupérer le cyanure contenu dans les solutions stériles. On a élargi les recherches sur l'or à la séparation des métaux du groupe du platine.

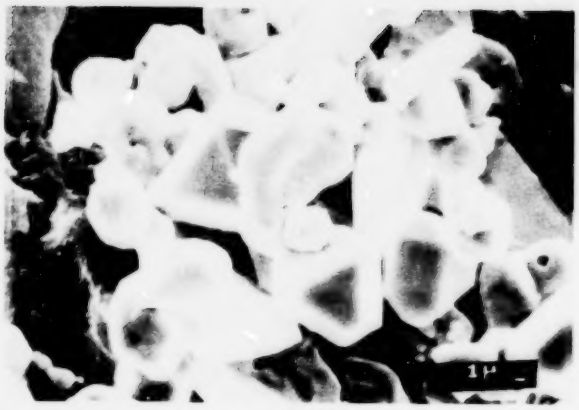
Durant la recherche de procédés permettant d'améliorer les taux de récupération des métaux, et de réduire les incidences écologiques causées par le traitement des minerais sulfurés, on a mis au point un procédé de lixiviation par le chlorure ferrique. On a apporté des améliorations significatives aux étapes de cémentation et de purification des solutions. Ces changements au schéma de fonctionnement ont donné un procédé qui offre à l'industrie un moyen économiquement attrayant d'atteindre des taux élevés de récupération à partir de gîtes sulfurés complexes.

Dans de nombreux cas, la technologie des plasmas pourrait substituer l'énergie électrique à l'énergie fournie par les combustibles fossiles. On a progressé dans la technologie des plasmas jusqu'au point où l'on envisage des applications à une échelle industrielle, lorsqu'elles n'existent pas déjà. Pour encourager la mise au point d'applications, CANMET a accepté d'assumer le rôle d'organisme directeur dans le cadre du gouvernement fédéral. On a réalisé plusieurs essais de fonctionnement d'un réacteur à plasma de 100 kVA.

La recherche électrochimique a contribué à améliorer la régulation et le rendement des installations électrolytiques. Une étude conjointe de l'affinage du cuivre a permis à l'industrie canadienne de mieux comprendre les processus. On a complété une étude détaillée faite sous contrat de l'électrolyse du plomb dans un milieu aqueux et dans un sel en fusion.

Extraction : métaux plus rares

L'industrie canadienne de l'uranium est bien établie et prospère. Toutefois, à mesure que l'on découvre de nouveaux minerais et que les préoccupations écologiques prennent de l'ampleur, il devient de plus en plus évident que l'on doit restreindre l'emploi du procédé traditionnel de lixiviation par l'acide sulfurique. L'examen systématique par CANMET du procédé traditionnel a mis en évidence de nombreux secteurs où l'on pourrait appliquer la nouvelle technologie basée sur la métallurgie des chlorures. Un bénéfice de ces recherches a été l'amélioration apportée à la technologie existante du traitement de l'uranium et de la récupération d'autres terres rares, du gallium, du nickel, de l'or et des métaux du groupe du platine.



Des cristaux d'or d'une grande pureté

Normes et spécifications

Grâce au Projet canadien sur les matériaux de référence certifiés (PCMRC), CANMET offre à l'industrie canadienne des matériaux de référence qui sont caractéristiques des échantillons recueillis sur des sites d'exploitations minières et d'usines métallurgiques du Canada. Les recettes provenant des ventes du PCMRC ont augmenté d'environ 10 % l'année dernière. On a homologué et mis en vente trois minerais d'or, deux échantillons de végétaux contenant des radionucléides, et un minerai d'uranium. On révise actuellement l'homologation d'un concentré d'uranium (gâteau jaune), d'un concentré de cuivre, d'une série de sept alliages de zinc et d'aluminium, et d'une britholite contenant des terres rares. Les installations destinées au PCMRC ont continué à servir de point d'origine des ressources nécessaires à la préparation des matériaux de référence utilisés dans quatre projets entrepris par l'industrie et d'autres organismes.

On a poursuivi la recherche et la mise au point des méthodes analytiques. Un exemple en est l'application de la chromatographie liquide à rendement élevé au dosage des terres rares contenues dans les aciers, les alliages et les matériaux de pointe, et au dosage des acides organiques de faible poids moléculaire et des anions inorganiques en vue de la caractérisation d'échantillons servant à des études écologiques. On a publié un manuel d'analyse intitulé *Méthodes d'analyse utilisées au CANMET pour la détermination des métaux précieux*.

On a continué à participer aux travaux des comités internationaux, de l'Organisation internationale de normalisation de l'American Society for Testing Materials,

et de l'Agence internationale de l'énergie atomique. Comme exemples, citons :

- ISO/REMCO, le Comité du Conseil sur les matériaux de référence;
- ISO/le Comité technique 102 pour les normes applicables aux minerais de fer;
- ISO/Comité technique 183 pour les méthodes standard applicables à l'analyse chimique du cuivre, du plomb et du zinc.

Une conférence internationale sur les cendres volantes qui s'est déroulée à Madrid en Espagne, et un atelier international sur le béton destiné aux structures offshore qui s'est déroulé à Saint-Jean de Terre-Neuve, ont été couronnés de succès.

Récupération des sous-produits

Les minerais de zinc du Canada contiennent une quantité considérable d'argent. Toutefois, on estime que 13 millions de dollars d'argent sont perdus chaque année. CANMET, en collaboration avec l'industrie, étudie les mécanismes des pertes d'argent, et étudie et évalue actuellement les changements technologiques nécessaires pour améliorer les taux de récupération de l'argent.

On traite la plupart des concentrés de minerais sulfurés de cuivre, de nickel et de plomb par fusion pyrométallurgique. Un grand nombre des concentrés expédiés pour subir la fusion contiennent des quantités mineures de métaux de grande valeur, par exemple de cobalt, de métaux précieux, de molybdène et de zinc, dont une partie peut se perdre dans les scories. En mettant au point des méthodes qui permettent de diminuer ces pertes ou de récupérer les métaux à partir des scories avant le rejet de celles-ci, on aiderait à conserver les ressources minérales du Canada, puisque l'on augmenterait les taux de récupération de certains éléments à partir de ces minerais. La recherche pyrométallurgique conduite à CANMET a montré qu'en utilisant une matte sulfurée riche en fer, il était possible d'améliorer l'épuration des laitiers non ferreux, et d'accroître les recettes des fonderies canadiennes.

Lutte contre la pollution

L'intérêt croissant pour la gestion efficace des stériles et pour les technologies du rejet de ces stériles, a stimulé la coopération entre l'industrie et la collectivité des chercheurs. On a poursuivi les recherches visant à élucider de façon plus complète les mécanismes physiques, chimiques et biologiques qui régissent la production des eaux de mine acides. L'emploi de matériaux de couverture, et aussi celui d'une couche d'eau profonde, se sont avérés efficaces pour réduire les écoulements d'eaux acides.

Dans le cadre du programme de recherche sur les résidus acides réactifs (RAR), on poursuit des études hydrogéochimiques sur les terrils acides fortement réactifs du site de Waite Amulet, près de Noranda au Québec.

TECHNOLOGIE DES COMBUSTIBLES

Au Canada, la production de combustibles synthétiques à partir des ressources énergétiques canadiennes de faible valeur comme les charbons, le bitume, les huiles lourdes et les résidus du raffinage, gagne de plus en plus d'importance à mesure que diminuent les réserves mondiales de pétrole brut traditionnel. En 1986-1987, CANMET a continué à jouer son rôle de leader en matière d'activités de R-D liées à la production de combustibles synthétiques convenant aux transports et au chauffage des habitations. Ces activités internes de recherche ont été complétées par des projets entrepris conjointement avec l'industrie, les universités, les organismes provinciaux et le U.S. Department of Energy.

En 1986-1987, la réputation de CANMET en tant que centre de regroupement des compétences en matière d'enrichissement primaire et secondaire des ressources canadiennes en hydrocarbures, s'en est trouvée rehaussée. Les activités de recherche portaient principalement sur la mise au point de procédés améliorés qui permettent de produire des combustibles liquides, et en particulier sur la mise au point de technologies qui puissent un jour être appliquées à une échelle commerciale au Canada. La conversion primaire concernait principalement la mise au point de catalyseurs qui permettent d'enrichir le bitume, les huiles lourdes, le charbon, les mélanges de charbon et de pétrole, le gaz naturel, et leurs sous-produits et résidus, de façon à constituer des matières premières pouvant ensuite être traitées dans des raffineries. Les études d'amélioration secondaire portaient sur la conception et l'évaluation de catalyseurs qui permettent de produire des combustibles standard destinés aux transports, à la fois par des procédés traditionnels et des procédés nouveaux de conversion primaire. Ces activités ont été complétées par de la recherche réalisée à coûts partagés et conjointement avec l'industrie. Par ailleurs, on a accéléré les études de recherche fondamentale, réalisées de concert avec les universités, en mettant en service plusieurs installations de pointe pour le traitement des hydrocarbures et la caractérisation des catalyseurs.

Récupération du bitume et des huiles lourdes

L'un des plus vastes gisements mondiaux de sables bitumineux, le réservoir de l'Athabasca, constitue 75 % des réserves de sables bitumineux de l'Alberta. CANMET contribue à l'élaboration de nouvelles technologies de récupération du bitume (par exemple l'extraction du bitume à partir de sables bitumineux extraits du sol, et la production de bitume in situ) en finançant, aux

termes d'une convention entre le Canada et les États-Unis, des contrats prévoyant la mise au point d'un programme d'étude sur l'emploi simultané d'additifs gazeux non condensables et de vapeur, pour récupérer à la fois le bitume et l'huile lourde. CANMET collabore aussi avec l'Alberta Oil Sands Technology Research Authority (AOSTRA) et l'industrie, à la mise au point et à des essais in situ de nouveaux principes technologiques de la récupération in situ au moyen de vapeur, dans un puits horizontal; ces expériences sont menées dans l'installation expérimentale souterraine de l'AOSTRA dans la région de Fort McMurray, où se trouve le gîte de l'Athabasca. Ce programme de trois années, qui précède l'étape-pilote, et qui est basé sur l'emploi de puits horizontaux, devrait aussi être d'une grande importance du point de vue des études sur la récupération in situ du pétrole à partir des minces réservoirs d'huile lourde de la Saskatchewan. Il est possible que l'emploi de puits horizontaux soit la seule façon d'atteindre un taux important de récupération in situ, à l'échelle commerciale, des hydrocarbures du gîte de l'Athabasca ou des réservoirs marginaux d'huile lourde, étant donné que seuls 7 % du réservoir de l'Athabasca se prêtent à une exploitation minière en surface.

CANMET contribue aussi, par le biais de consultations, de conseils scientifiques et techniques, d'évaluations, et de directives que transmet le Comité de gestion de l'entente sur les combustibles fossiles et huiles lourdes de la Saskatchewan, à la recherche réalisée par la Division du pétrole [Petroleum Division] du Conseil de recherches de la Saskatchewan (Saskatchewan Research Council) ou réalisée en sous-traitance pour cette division, et aussi, dans le cadre de contrats confiés par le ministère de l'Énergie et des mines de la Saskatchewan [Saskatchewan Energy and Mines] à l'industrie, à des programmes de recherche et d'essais et de démonstration in situ.

Traitement des émulsions de bitume et de pétrole, des effluents

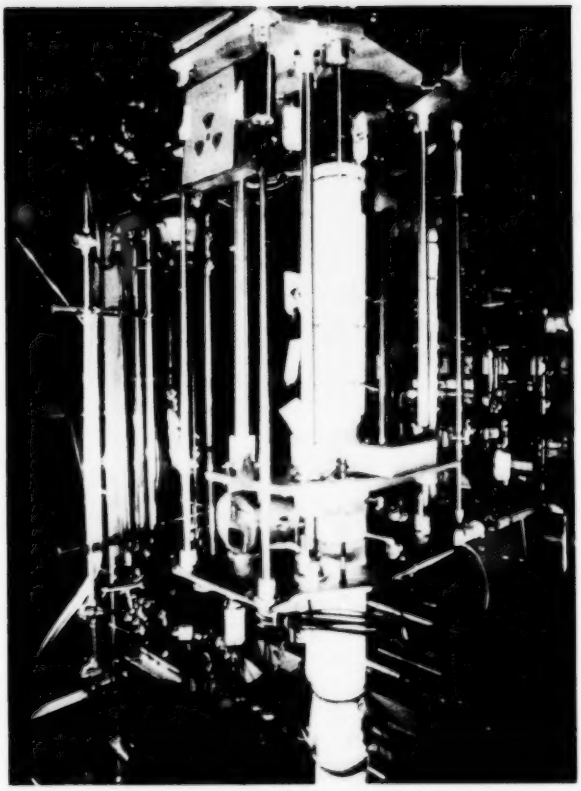
CANMET est disposé à faciliter la mise en valeur des vastes gisements exploitables de sables bitumineux de l'Athabasca, en participant avec l'AOSTRA et l'industrie à la mise au point de technologies de pointe qui permettront d'extraire des sables bitumineux, et peut-être d'améliorer partiellement le bitume. En raison de l'effrondrement actuel du prix mondial du pétrole, les négociations visant à attirer la participation de l'industrie à ces technologies ont échoué. Cependant, CANMET poursuit la réalisation à une échelle plus modeste de projets d'emploi de cette technologie pour extraire le bitume des boues, résidus, et déchets pétrolifères.

Un examen des programmes de recherche en laboratoire sur la caractérisation des émulsions de bitume et de pétrole, nous a donné l'occasion de mettre sur pied des programmes conjoints de recherche avec des entreprises industrielles. Ces programmes se poursuivent grâce à des travaux réalisés conjointement en laboratoire et dans les usines, au cours desquels le personnel de CANMET offre ses compétences scientifiques, et les ingénieurs des compagnies leur savoirfaire et leur expérience. En s'appuyant sur les résultats d'une étude interne de recherche fondamentale, on a réussi à résoudre un problème de longue date, qui concerne la surveillance de la qualité des circuits de traitement du bitume. Il sera désormais possible d'exercer une surveillance en ligne et de réduire radicalement le temps nécessaire à une analyse en différé, comparativement à la méthode existante. Les avantages potentiels sont l'économie de centaines de milliers de dollars, en temps et coûts d'échantillonnage et d'analyse, et l'amélioration du fonctionnement des usines. On a prouvé à l'échelle du laboratoire et du banc d'essai la possibilité d'utiliser les nouvelles techniques de séparation des émulsions d'eau et de bitume. L'industrie se prépare actuellement à faire l'essai de cette technologie en employant les installations-pilotes de CANMET. Cette méthode pourrait bien modifier fondamentalement les pratiques actuelles et permettre de réaliser des économies de plusieurs millions de dollars lors du traitement du bitume.

Techniques d'amélioration du bitume, des pétroles lourds et des résidus

La recherche fondamentale a permis à CANMET d'accroître ses compétences en matière d'hydrocraquage des boues. Un nouveau densitomètre à double source d'énergie, mis au point conjointement avec le laboratoire EACL, donne rapidement les taux de cendres. Cet instrument a un potentiel considérable d'applications commerciales dans l'industrie pétrolière. L'usine de démonstration d'hydrocraquage de CANMET, située dans la raffinerie montréalaise de Pétro-Canada, a continué ses opérations et atteint des taux élevés de conversion, aux capacités théoriques de traitement. CANMET a appuyé les travaux de démonstration en réglant autant que possible les problèmes de fonctionnement et en surveillant la performance des réacteurs. Il s'agissait aussi de conseiller et d'assister Pétro-Canada dans les études concernant le comportement des réacteurs, l'hydrodynamique des écoulements multiphases, la microscopie, l'analyse et l'échantillonnage des solides. Les progrès accomplis par CANMET dans la simplification du mode de préparation des additifs, rendent le procédé plus attrayant d'un point de vue commercial.

On a obtenu quelques résultats significatifs lors du traitement primaire. On a déterminé quel était le diamètre optimal de la dimension des pores du catalyseur pour réduire la viscosité du bitume et des huiles lourdes, de sorte que soient respectées les spécifications en vue de leur acheminement par oléoduc. On a mis au point un procédé en lit fluidisé dans lequel on emploie un réacteur à microbilan, de façon à étudier la pyrolyse catalytique des brais réfractaires, qui permettra de produire des



Vue de l'usine-pilote d'hydrocraquage N° 1 de CANMET et du densitomètre gamma mobile

liquides commercialisables. On a constaté que les variations de la viscosité du produit soumis à l'hydrocraquage, et les activités relatives des composants lors de la conversion des asphaltènes et de l'hydro-désulfuration (HDS), montraient une corrélation avec les diamètres des pores, dans la gamme comprise entre 3 et 200 nm.

Les travaux financés par CANMET nous fourniront une base de données, d'après laquelle on concevra des catalyseurs qui conservent leur activité pendant des périodes plus longues. On emploie les catalyseurs pour améliorer la qualité du bitume aux fins de transport, et celle d'autres combustibles. Les recherches sur l'hydrocraquage catalytique des huiles lourdes sur un lit stratifié fixe nous permettront d'évaluer expérimentalement une nouvelle méthode d'amélioration primaire, et nous donneront l'information de base sur les procédés d'intensification par micro-ondes de l'hydrogénation catalytique et de l'hydro-désulfuration.

Procédés d'amélioration des distillats de brut synthétique et utilisation des résidus

On prévoit que les procédés perfectionnés d'amélioration primaire permettront d'accroître l'approvisionnement en bruts synthétiques. Par conséquent, l'industrie nécessite la mise au point de procédés catalytiques et techniques de séparation améliorés, pour obtenir des combustibles transportables à partir de ces pétroles bruts.

On a entrepris une étude techno-économique de l'applicabilité d'un procédé peu destructif qui permet de produire des combustibles standard à partir d'un distillat moyen de brut synthétique, afin de déterminer des applications presque commerciales de la technologie. On a élargi la recherche de façon à inclure la production de carburéacteur standard à partir de distillat moyen de brut synthétique. L'objectif de cette partie du programme consiste à mettre au point des catalyseurs qui effectueront de façon sélective la conversion des composants du combustible, susceptibles de causer des problèmes tels que la formation de suie dans les turbines à réaction. On a substantiellement fait progresser ces études en mettant en service un micro-réacteur automatisé pour réaliser des expériences d'hydrotraitement sur de petites quantités de liquides pendant des périodes de fonctionnement prolongées, et pour mettre au point des procédés de pointe basés sur la spectroscopie de surface, qui permettront de mettre à l'essai et de caractériser in situ les catalyseurs. On a examiné de nouveaux principes d'amélioration des bruts synthétiques, par exemple l'emploi de supports polymériques et de catalyseurs d'hydrotraitement contenant des groupes métalliques.

On a poursuivi des recherches internes et à forfait sur la mise au point de minces films d'oxydes de Co-Mo-Al, déposés sur un support d'Al métallique, et servant de catalyseurs d'hydro-désulfuration (HDS). L'activité HDS des minces films, par mètre carré de surface, dépasse de loin celle des catalyseurs de qualité commerciale. Cette technologie permettra sans doute de produire des catalyseurs d'activité nettement améliorée pour éliminer le soufre des hydrocarbures légers.

On a poursuivi les recherches sur l'emploi d'un appareil expérimental de mesure de la micro-activité, qui permette d'évaluer expérimentalement et de prévoir la performance de gazoles bruts synthétiques comparativement aux gazoles traditionnels soumis aux opérations de craquage catalytique à l'état fluide dans les raffineries canadiennes. On prévoit d'utiliser les données fournies par ces expériences pour identifier et corriger les problèmes que l'on pourrait rencontrer lors du raffinage des gazoles synthétiques.

Conversion du gaz naturel en combustibles liquides

En 1986-1987, l'objectif des travaux de CANMET concernant la conversion du gaz naturel en combustibles liquides est principalement l'enquête sur les modes directs de conversion. On s'attend à ce que ceux-ci soient plus efficaces que les modes indirects. Actuelle-

ment, on examine les modes existants et potentiels de conversion du gaz naturel en combustibles liquides, dans le cadre d'un programme servant à évaluer l'applicabilité de ces modes de conversion au Canada. On a identifié comme d'un grand intérêt pour le Canada le procédé de conversion du gaz naturel, basé sur l'utilisation de plasmas produits par l'électricité renouvelable fournie aux heures creuses. Cette technologie pourrait avoir un impact économique substantiel, et convenir aux provinces disposant d'hydro-électricité, telle que le Québec, le Manitoba, Terre-Neuve et la Colombie-Britannique. Étant donné que la technologie des plasmas est idéale pour la fabrication de produits pétrochimiques à partir du gaz naturel, le potentiel des technologies connexes est élevé. Le principal objectif de la recherche sur la conversion du gaz naturel par la méthode des plasmas est la production de supercarburants tels que le diesel à haut indice de cétane ou l'essence à haut indice d'octane.

On réalise actuellement d'autres études internes et faites à forfait, sur la conversion catalytique du méthane en supercarburants. Il s'agit de mettre au point des technologies qui pourraient être intégrées aux installations existantes. En constituant des stocks d'hydrocarbures mélangeables, on aiderait les raffineries de brut traditionnel et de brut synthétique à respecter les spécifications. Ces technologies donneraient plus de flexibilité aux usines, et aideraient les raffineurs à rester concurrentiels tout en utilisant les ressources canadiennes disponibles.

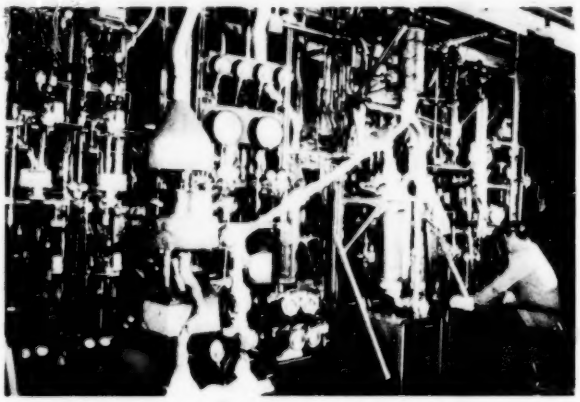
On a complété les programmes de recherche expérimentale par des discussions tenues avec divers organismes du secteur privé, à propos de l'établissement de programmes conjoints de recherche. On a entamé des négociations avec l'Institut de recherche sur le gaz à propos de la participation de CANMET à une entente de cofinancement, regroupant plusieurs participants internationaux. Étant donné que la valeur totale du programme dépasse 1 250 000 dollars par année, la contribution de 50 000 $ de la part de CANMET donnera à celui-ci un pouvoir d'intervention élevé. On a entamé des négociations avec diverses compagnies canadiennes, en vue de l'établissement d'un consortium qui financera et gérera la recherche sur l'élaboration des technologies de conversion du gaz naturel. Ce consortium assurerait un certain degré d'influence à chaque participant, et réunirait des entrepreneurs, des financiers et les utilisateurs finaux de ces technologies; ceci augmenterait les possibilités de succès commercial, tout en facilitant les transferts technologiques.

Cotraitement et conversion du charbon

Dans l'est du Canada, la combinaison des charbons bitumineux des Maritimes et des résidus de pétroles bruts classiques ou d'huiles lourdes importées rend intéressantes les applications du cotraitement (traitement simultané des suspensions de charbon et des queues de distillation sous vide ou d'huiles lourdes). Dans l'ouest du Canada, ce procédé permet d'enrichir les charbons de bas rang des Plaines, avec des résidus de sables bitumineux ou avec des huiles lourdes indigènes. CANMET a lancé un programme pour mettre au point un procédé canadien qui soit commercialisable. Durant l'année de l'étude :

— On a examiné la performance d'un charbon bitumineux hautement volatil de l'est du Canada, après son cotraitement avec du bitume/de l'huile lourde. Les propriétés thermophysiques des charbons cokéfiants bitumineux les a rendus plus difficiles à traiter que les charbons subbitumineux de l'ouest du Canada.

— Une étude techno-économique comparant le procédé d'hydrocraquage de CANMET au cotraitement, a montré que ce dernier était toujours un peu moins économique.



Installation de cotraitement en continu de CANMET

— On a étudié le cotraitement en employant deux différents catalyseurs dans un réacteur où le mélange est effectué de façon poussée. Comparativement aux catalyseurs avec support d'alumine, une série de catalyseurs bimétalliques à support de titanate hydraté ont permis d'améliorer la production de pétrole, la conversion du charbon et l'élimination des hétéroatomes.

— Parmi les autres facteurs étudiés, figuraient l'effet d'une combinaison solvant/charbon sur la performance et le rendement du procédé, l'effet de la concentration de charbon sur la distribution du produit, l'effet de la dis-

tribution thermique dans un réacteur de cotraitement à un étage, la rhéologie des fluides employés dans le cotraitement, les propriétés thermodynamiques des distillats soumis au cotraitement, et l'effet de la concentration et de la distribution de l'additif.

On étudie actuellement les méthodes nouvelles ou de pointe concernant la liquéfaction du charbon, grâce à des contrats financés en totalité et à des contrats à coûts partagés. Une technologie modifiée de la liquéfaction directe du charbon, ainsi que des procédés perfectionnés de pyrolyse, permettraient de réduire les coûts des combustibles synthétiques et de couvrir à l'avenir les besoins énergétiques du Canada. Aux termes de l'Entente de consultation scientifique et technologique entre le Canada et le Japon, on a mis à l'essai un grand nombre de charbons canadiens. Les résultats des essais de 5 charbons de bas rang ont été présentés lors d'une réunion technique conjointe entre le Canada et le Japon, tenue au Japon.

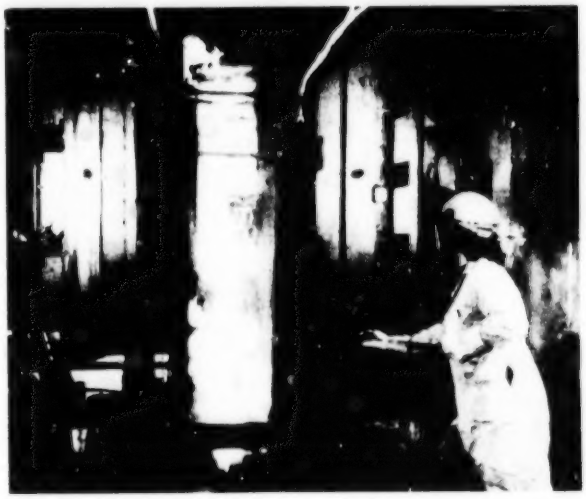
Gazéification

Dans le monde entier, on considère les procédés de gazéification comme des méthodes possibles d'usage non polluant du charbon. Dans ce domaine, la recherche de CANMET porte principalement sur l'évaluation et l'optimisation des technologies pouvant accommoder des combustibles de basse qualité et non réactifs et réduire les émissions de produits délétères, comme les précurseurs des pluies acides et des retombées de particules acides. En collaboration avec l'industrie, CANMET a participé à des tests de démonstration en vue d'évaluer dans quelle mesure les charbons de bas rang de l'ouest du Canada conviendraient à la production d'électricité par le cycle combiné avec gazéification intégrée. L'élimination des composants acides des produits de gazéification à haute température permettrait d'améliorer de façon importante le rendement thermique du procédé de production d'électricité par le cycle combiné. Lors d'essais de plusieurs solides résiduels de faible coût provenant des industries métallurgiques et des alumineries, on a déterminé que ceux-ci étaient capables d'éliminer les composants acides aux températures élevées.

Les réacteurs de gazéification à lit entraîné font partie du procédé commercial avec cycle combiné et gazéification intégrée, qui permet de produire de l'électricité à partir du charbon en produisant très peu d'émissions acides. On a complété la conception détaillée d'une installation de gazéification à lit entraîné, à l'échelle du banc d'essai. On emploiera ce système pour caractériser les matières premières non réactives dans les conditions qu'utilisent les procédés de gazéification les plus avancés. Dans le cadre de ce projet, on a poursuivi l'évaluation de la réactivité des charbons canadiens à la gazéification.

Carbonisation

Les exportations canadiennes de charbon métallurgique dépendent dans une mesure significative des installations expérimentales de CANMET, de réputation mondiale, étant donné que les méthodes internationales et traditionnelles d'essai selon lesquelles on évalue et on prévoit les caractéristiques cokéfiantes, sous-estiment la qualité des charbons de l'ouest du Canada. Le Canada utilise ces installations conjointement avec l'industrie, par l'intermédiaire de l'Association canadienne de la recherche sur la carbonisation. Les installations de CANMET servent aussi à améliorer les qualités cokéfiantes des charbons de basse qualité, et à préparer des mélanges de charbons canadiens, donc à élargir les ressources.



Fabrication du coke métallurgique dans le four à échelle-pilote (310 mm de diamètre) de CANMET

De nombreux exploitants de hauts-fourneaux considèrent maintenant les résultats des essais CSR (résistance mécanique du coke après la réaction), et non les essais de résistance mécanique du coke à la température ambiante (par exemple stabilité selon la norme ASTM), comme constituant le meilleur procédé pour déterminer la qualité du coke. Les essais conduits sur des cokes présentant la même stabilité ASTM montrent que les propriétés CSR varient considérablement. On a constaté que les différences d'indices étaient principalement liées aux composants basiques des cendres présentes dans le coke. Les hautes valeurs CSR de la plupart des charbons canadiens devraient être un avantage du point de vue de la commercialisation de ceux-ci.

Les résultats de la carbonisation de mélanges typiques fournis par une aciérie canadienne, à différentes

vitesses et durées de carbonisation, ont indiqué que l'on obtenait des cokes à indices CSR plus élevés, en accélérant la carbonisation à 900 °C au centre du four, et en prolongeant les durées de carbonisation brute, pour obtenir du coke de plus haute température.

L'échantillonnage au moyen de cages dans une batterie de fours de cokéfaction a indiqué qu'au fond du four, la carbonisation du charbon avait lieu plus rapidement qu'au sommet, et donnait des cokes de plus grande densité et résistance mécanique. Les expériences sur des mélanges de charbon, effectuées dans un four chauffé à sa base (sole), ont indiqué que le poids spécifique apparent du coke était principalement fonction de la charge sous laquelle on le fabrique. Les aciéries du Canada ont employé les résultats de cette étude pour réduire les différences de température sur toute la longueur des carneaux des fours à coke, et pour améliorer la qualité du coke et les pressions sous lesquelles s'effectue la cokéfaction.

Combustion

Au Canada et ailleurs dans le monde, on tend de plus en plus à abandonner l'utilisation des combustibles liquides pour produire de l'électricité et pour effectuer les traitements industriels. Le programme de recherche de CANMET sur la combustion du charbon reflète l'importance croissante de la consommation de ce produit pour fournir de l'énergie électrique, et encourage aussi les exportateurs canadiens de charbon à s'assurer une part raisonnable du marché mondial. On a mis sur pied un programme conjoint entre l'industrie et le gouvernement, auquel participent les compagnies d'électricité et les fournisseurs de charbon; en même temps, on a établi à CANMET un programme interne pour faire progresser les connaissances fondamentales et fournir des compétences en matière de combustion du charbon.

Combustion du charbon pulvérisé

L'industrie a besoin de données fiables sur les caractéristiques de combustion et la performance des charbons provenant de nouveaux gisements ou de mines non exploitées depuis de nombreuses années. Pour satisfaire à la demande d'information sur le rendement des charbons à la combustion, CANMET a entrepris un programme détaillé conjointement avec l'industrie.

Les recherches de CANMET sur la combustion des charbons classiques englobent les études sur le rendement de la combustion, le transfert de chaleur et les caractéristiques des émissions de charbons et déchets de charbons canadiens employés de la façon habituelle – production d'énergie ou applications industrielles – et destinés aux marchés canadiens et étrangers.

En 1986-1987, on a effectué 25 essais de combustion du charbon dans la chaudière de la centrale-pilote de CANMET, à l'intention d'une compagnie canadienne de charbon et de l'AIE, et aussi dans le cadre d'un projet de recherche interne. On a examiné les caractéristiques de transfert thermique des charbons en employant le four-tunnel de CANMET, et en comparant les résultats à ceux obtenus avec la combustion de mazout, dans des conditions aérodynamiques similaires. Les résultats que donneront les expériences d'allumage avec du mazout nº 2 et du mazout nº 6 aideront à mettre au point un modèle expérimental d'installation-pilote avec brûleur/génératrice à tourbillonnage, que l'on pourrait employer pour allumer un mélange combustible de charbon et d'eau dans la chaudière de la centrale-pilote; ils donneront aussi à l'industrie de l'information fiable sur les caractéristiques de combustion d'un mélange de charbon et d'eau.

Combustion en lit fluidisé (CLF)

Au Canada, on pourrait utiliser la combustion en lit fluidisé pour produire de l'électricité et de la vapeur à des fins industrielles, à partir de charbon riche en soufre. Parmi les autres applications, figurent l'allumage simultané du charbon et des résidus ligneux provenant de l'industrie des produits forestiers, l'utilisation des rebuts des laveries de charbon et des combustibles non réactifs, l'incinération de divers déchets organiques, et la combustion des résidus liquides ou solides provenant des traitements d'enrichissement des sables bitumineux et des huiles lourdes.

En raison de l'existence au Canada d'une vaste gamme de charbons qui pourraient un jour devenir utilisables dans des systèmes de combustion en lit fluidisé (CLF), il serait très intéressant de pouvoir obtenir rapidement et économiquement quelques estimations sur leur réactivité relative et le rendement de leur combustion. C'est pourquoi CANMET a mis au point une usine-pilote de combustion en lit fluidisé, ainsi qu'un procédé empirique permettant de classer la réactivité des charbons et d'autres combustibles. On a réalisé d'autres essais de réactivité sur quatre échantillons de charbons de l'est du Canada, et sur un charbon oxydé.

On a employé l'installation de combustion en lit fluidisé bouillonnant, située à CANMET, pour examiner la combustion de combustibles liquides lourds comme les résidus de brai résultant des procédés d'amélioration des huiles lourdes. On a obtenu des données fondamentales sur le rendement de la combustion, en employant des huiles résiduelles et en effectuant des essais de combustion sur des bitumes de l'Athabasca. Un entrepreneur a poursuivi des études fondamentales sur la combustion des grosses particules. On a mis au point un modèle tridimensionnel de la combustion en lit fluidisé aéré (CLFA). La recherche en usine-pilote et la modélisation mathématique ont montré que des charbons de rang similaire pouvaient brûler selon des mécanismes substantiellement différents.

Bien que la combustion en lit fluidisé mobile paraisse la méthode la plus prometteuse d'utilisation de résidus tels que le coke et le brai provenant des traitements d'amé-

lioration des sables bitumineux et des huiles lourdes, les teneurs élevées en alcalis et vanadium de ces produits peuvent corroder les tubes de chaudières. Les essais réalisés à contrat ont montré que le procédé de combustion en lit fluidisé mobile permettait de brûler le coke Syncrude avec un rendement de combustion de 98 à 99 %, qu'il était possible de retenir 90 % du soufre en utilisant du calcaire de Fort McMurray dans un rapport Ca/S de 1,7 et que les éléments potentiellement corrosifs, le vanadium et le nickel contenus dans le coke, étaient en majeure partie piégés par les résidus solides.

CANMET est membre du Comité de gestion et préside le Comité technique qui supervise la construction de la chaudière d'une installation produisant 22 MWe par combustion en lit fluidisé mobile, dans la centrale de Chatham qui appartient à la New Brunswick Power Commission (Commission d'électricité du Nouveau-Brunswick). Ce projet de démonstration est en partie financé par la Division du charbon d'EMR, du Secteur de la politique minérale. Non seulement cette installation sera la plus grande chaudière à combustion en lit fluidisé (CLF) construite au Canada, et la première fonctionnant dans les conditions de pression de vapeur et température élevées qu'exigent les chaudières des centrales, mais encore elle sera de caractère unique du fait qu'on y brûlera à la fois du charbon du Nouveau-Brunswick, à forte teneur en soufre, et des schistes bitumineux. Ce sera la première chaudière industrielle à lit fluidisé mobile que l'on construira au Canada.

Nouveaux combustibles à base de charbon

Parmi les activités de recherche, de développement et de démonstration de la combustion, à la fois au Canada et aux États-Unis, on a placé à un rang élevé de priorité l'utilisation non polluante du charbon pour la production d'électricité et la production de vapeur à des fins industrielles, en raison de l'intérêt commun qu'ont les deux pays à réduire de part et d'autre de leur frontière commune la circulation des fumées industrielles. En outre, en raison des inquiétudes exprimées par les Européens à propos du transport sur de grandes distances des pluies acides, ont été mis sur pied des projets conjoints en vue de supprimer à la fois les émissions de SO_x et celles de NO_x produites par les chaudières alimentées en charbon pulvérisé, aux termes de deux ententes conclues avec l'Agence internationale de l'énergie. L'emploi de charbons à la place de combustibles de premier choix comme le gaz et le pétrole a été empêché par la difficulté à manipuler les combustibles solides et par les conséquences écologiques. La mise au point et la commercialisation de combustibles fabriqués à partir de mélanges de charbon et de liquide exigent que l'on puisse manipuler à faibles coûts et facilement le charbon, et que les conséquences écologiques soient minimales.

L'industrie canadienne, qui contribue à moins de 15 % à la quantité totale inventoriée de pluies acides en provenance des États-Unis et du Canada, recherche activement des solutions technologiques économiques et techniquement fiables, qui permettraient de brûler le charbon dans des conditions non polluantes, à l'intérieur des installations actuelles de combustion. En employant une technologie modifiée, qui présente l'inconvénient d'être plus difficile à appliquer que les systèmes nouvellement conçus, on pourra immédiatement se lancer, avec des résultats positifs, dans les objectifs à long terme de réduction des émissions délétères et d'élimination des produits neutralisés.

Grâce à une étude réalisée à contrat, on a démontré que les dépôts de cendres en provenance du combustible composé de charbon et d'eau (CCE) sur les surfaces où s'effectue le transfert thermique, étaient peu substantiels et pouvaient être enlevés par soufflage de la suie, sans conséquences négatives à long terme sur le transfert thermique ou sur l'érosion des surfaces. Le projet a été financé aux termes de l'Entente entre le Canada et la Nouvelle-Écosse sur le remplacement du pétrole; CANMET et la Nova Scotia Power Corporation en ont assuré la direction technique. Les caractéristiques d'atomisation du combustible charbon-eau (CCE) et le rendement d'atomiseurs génériques du combustible charbon-eau (CCE) ont été évalués conformément à la même entente, par un entrepreneur.

Techniques de lutte contre la pollution:

On a modifié deux nouveaux brûleurs étagés de charbon pulvérisé, installés dans la centrale thermique de Gagetown, qui utilise la combustion en lit fluidisé (CLF), de façon à améliorer leur rendement de combustion. Actuellement, les brûleurs modifiés et améliorés ont un rendement comparable à celui de brûleurs classiques, mais ils présentent l'avantage supplémentaire d'un meilleur rendement des chaudières, et d'une réduction significative des émissions de SO_x et NO_x.

Une compagnie d'électricité de l'ouest du Canada, qui dirige un consortium chargé de mettre au point et de démontrer les utilisations du brûleur Rockwell dans les chaudières de centrales, entreprend très activement de promouvoir le principe de brûleurs avec cendres fondues. CANMET a contribué dans une mesure importante à évaluer les résultats de la recherche, et en même temps à estimer la réduction de NO_x et SO_x qu'accomplit l'utilisation de ce brûleur à cendres fondues, alimenté à la fois en charbons de l'Ouest à faible taux de soufre et fort taux d'alcalis, et en charbons de l'Est à fort taux de soufre et faible taux d'alcalis.

CANMET a aussi financé conjointement une démonstration en grandeur réelle des procédés de réduction de NO_x et SO_x dans un four à l'intérieur d'une chaudière de 150 MWe alimentée en lignite, à l'emplacement de la station génératrice de Boundary Dam. Parmi les autres participants, figuraient la Saskatchewan Power Corpo-

ration, la Division du charbon d'EMR, la compagnie CE Canada Limited, l'Association canadienne de l'électricité, et les participants à l'Entente sur l'huile lourde et le lignite de la Saskatchewan (Saskatchewan Heavy Oil and Lignite Agreement).

Conservation : Milieux résidentiels, commerciaux et industriels

Pour réduire la consommation des combustibles utilisés pour le chauffage des locaux et de l'eau courante, CANMET a orienté ses efforts de recherche vers l'amélioration de la technologie de la combustion et le perfectionnement des conditions d'exploitation de cette technologie, tout en reconnaissant le besoin d'améliorer la sécurité des systèmes et de réduire autant que possible les incidences sur l'environnement.

CANMET et la compagnie Clare Brothers ont modifié et amélioré un four dont le rendement a augmenté de 20 à 30 %, et qui de plus fonctionne dans de meilleures conditions de sécurité que les fours à gaz non modifiés. La compagnie Clare Brothers a commercialisé cette installation à la fois au Canada et aux États-Unis.

CANMET a financé un nombre limité d'études spécifiques sur les systèmes modifiés de combustion, dans divers secteurs industriels et régions du Canada, ce qui permettra aux chercheurs d'évaluer pleinement dans quelle mesure ces systèmes assurent la conservation de l'énergie. Ils pourront ensuite offrir à titre privé ce type de service à l'industrie en général. Parmi les autres activités, figurent la mise au point de systèmes de pointe qui permettent la condensation des produits dérivés des gaz de carneau durant les processus industriels, et ainsi d'accumuler de l'énergie thermique latente et d'augmenter le rendement.

Combustion de la biomasse

Depuis 1980, CANMET apporte un soutien scientifique appréciable aux programmes du gouvernement fédéral et du secteur privé portant sur la combustion de la biomasse dans les chaudières et pendant l'application des procédés industriels. Ce soutien a consisté à évaluer des propositions, à fournir des conseils relatifs à de nouvelles initiatives, à définir les tâches s'inscrivant dans des projets, et à gérer les contrats.

Il a été démontré que les poêles à bois étaient un moyen efficace et souvent peu coûteux de chauffer une maison. Cependant, il apparait souvent des quantités importantes de produits de combustion incomplète, qui créent un risque d'incendie lorsqu'ils se déposent dans les cheminées sous forme de créosote, ou un grave problème de pollution de l'air dans les régions à faible circulation d'air. Les efforts de CANMET sont orientés vers la modification de ces appareils, en vue d'accroître leur rendement de combustion, et vers la mise au point de techniques qui permettent de mesurer efficacement le rendement.

MÉTAUX ET MATÉRIAUX

De diverses manières, les résultats de la recherche réalisée par CANMET ont servi à augmenter la capacité du Canada à produire et fabriquer des métaux et matériaux qui soient concurrentiels, fiables et d'utilisation sûre.

On a confié à l'Association des organisations provinciales de recherche le fonctionnement du Laboratoire mobile de fonderies de CANMET, de sorte qu'avec l'appui du Programme d'aide à la recherche industrielle du Conseil national de recherches (CNRC/PARI), elle poursuive sur place la campagne d'amélioration de la productivité, que lance depuis deux ans CANMET avec succès dans tout le pays.

Ayant été informé que dans l'industrie minière, le rendement des procédés de découpage et de perforation des métaux durs pouvait être amélioré de façon notable, CANMET finance un contrat de recherche industrielle. On prévoit que les progrès technologiques réalisés dans ce domaine permettront peut-être au Canada de produire des matériaux de coupe des métaux, qui ont jusque-là été importés.

Procédés de coulée

Dans son programme sur la technologie de la coulée, CANMET emploie une fonderie expérimentale équipée spécialement pour la coulée des métaux et alliages selon divers procédés commerciaux, et met au point des procédés et techniques améliorés de contrôle de la qualité, à l'intention de l'industrie canadienne de la fonderie, qui représente 1,2 milliard de dollars.

Durant l'année de l'étude, on a transmis à une fonderie commerciale, pour qu'elle puisse fournir à la compagnie Syncrude des moulages de dents de pelle mécanique, le procédé CANMETcoat de fabrication de moulages à surface modifiée. Les essais initiaux réalisés sur place ont démontré que les dents fabriquées selon le procédé CANMETcoat avaient une durée d'utilisation supérieure à celles du produit traditionnel à surfaçage dur. Dans le cadre de la mise au point d'autres procédés, CANMET a démontré avec succès la technique de coulée sous faible pression en moules jetables, en présence d'un certain nombre d'éventuels clients de l'industrie automobile. La démonstration a principalement porté sur les pièces en alliages d'aluminium. La continuation de ces travaux de recherche a abouti à la mise au point de procédés de moulage de modèles et pièces commercialisables, en alliages de cuivre et en fonte. On a employé l'installation de CANMET dans laquelle est effectué le moulage sous laitier électroconducteur, pour constituer des réserves de métal pour la fusion, en particulier d'aciers à teneur ultra-faible en soufre, en vue de la réalisation de projets industriels sur la technologie de la production de profilés près de la cote désirée et de l'évaluation des aciers pour canalisations. À la demande du U.S. Department of Energy, on a produit un

certain nombre de billettes en aluminure de nickel, coulées sous laitier électroconducteur, dont on a modifié la composition et la structure de façon à obtenir des degrés très élevés de formabilité à froid.

Lors d'un programme conjoint réalisé avec l'Hydro Ontario relativement aux coûts de la fusion de la fonte dans un four électrique, on a réalisé des études dans six fonderies de l'Ontario, qui nous ont permis d'identifier quelles modifications de leur fonctionnement permettraient d'économiser jusqu'à 25,00 $ par tonne. On prévoit de répéter les détails de cette étude au Québec, en coopérant avec le Centre de recherche industrielle et l'Hydro-Québec. Les méthodes générales d'évaluation ont été reportées dans le logiciel, et constituent un article de toute une gamme de programmes informatiques sur la qualité et la réglementation des coûts; ces programmes sont mis à la disposition des fonderies du Canada par CANMET.

Comme mentionné plus haut, le Laboratoire mobile de fonderie est maintenant utilisé dans tout le Canada par les organismes provinciaux de recherche, sous la supervision de CANMET. Ce mode réussi de transfert technologique a été complété par des ateliers régionaux organisés à l'intention des fonderies du Québec, du Manitoba, de l'Alberta et de la Colombie-Britannique, sur le thème des "systèmes de coulée et d'alimentation avec attaque et masselotte" *Gating and Risering of Castings*.

Technologie du travail des métaux

À CANMET, la recherche sur le travail des métaux vise principalement à améliorer les compétences et la compétitivité du Canada en matière de production industrielle d'aciers laminés à plat et d'aciers usinés, de produits non ferreux, et de matériaux métalliques et composites de pointe.

On a orienté la recherche sur la technologie du traitement par laminage, de façon à donner aux producteurs de plaques, de tôles en ruban et de barres un aperçu de l'avancement et de la réglementation des procédés de laminage. Les réalisations des dernières années comprennent :

— La mise au point de modèles mathématiques et l'évaluation de ces modèles, de façon à pouvoir calculer les forces, les torques et la finesse des grains, durant le laminage des aciers simples non alliés et des aciers micro-alliés. Les résultats pourront sans doute être employés dans la régulation en ligne des modes de réduction des passes de laminage, et la détermination du comportement métallurgique du produit laminé.

— Les premières phases de mise au point d'un procédé expérimental de fabrication de plaques de grande résistance, de grande résilience à l'entaille et soudables, à l'aide du système pilote de refroidissement accéléré en ligne (on-line accelerated cooling, OLAC). On a utilisé initialement ce système pour démontrer les avantages potentiels de la technologie du refroidissement accéléré en ligne (OLAC) pour les producteurs canadiens d'acier.

— La simulation réussie du laminage en feuilles à chaud des aciers simples non alliés et des aciers micro-alliés, à la fois lors des essais de plastomètre à cames et lors d'essais sur laminoir réversible dans une installation-pilote. Le but de ce travail était la préparation d'un nouveau projet conjoint avec l'industrie, sur la modélisation d'un procédé canadien de laminage en feuilles à chaud, et de nouveaux projets réalisés sur une base de recouvrement des coûts et exigeant l'apport de données sur les efforts de fluage lors des procédés de laminage à chaud. Un comité de l'American Iron and Steel Institute a choisi le plastomètre à cames de CANMET, et l'utilisera sur une base de recouvrement des coûts, pour obtenir des données de base sur les efforts de fluage, et pourra ainsi assurer la conduite du processus de laminage en feuilles.

On a employé l'installation-pilote de laminage de CANMET, pour traiter des aciers expérimentaux dans le cadre d'autres projets de recherche en rapport avec l'industrie automobile, ferroviaire, maritime et de récupération de l'énergie, et pour fabriquer des billettes qui serviront à la réalisation à frais partagés, de projets industriels sur la mise au point de fils d'acier pour la fabrication de ressorts d'automobiles et de jantes.

Parmi les travaux de recherche sur la formabilité et le traitement des tôles d'acier, figurait l'achèvement de l'étude de l'influence du cycle thermique dans un circuit de galvanisation Sendzimir, sur les propriétés d'un acier étirable calmé avec de l'aluminium. Des températures élevées de bobinage, après le cycle thermique de recristallisation, ont donné une bonne étirabilité. Les résultats donnent la réponse des problèmes identifiés par les producteurs canadiens de tôle en acier. La mise à l'essai de 6 qualités différentes de tôles d'acier fournies par les producteurs canadiens ont permis de valider un programme machine que l'on a élaboré pour déterminer les valeurs r des essais de traction des tôles, aux fins des contrôles qualitatifs en usine de la formabilité.

Grâce à l'achèvement de la recherche réalisée à contrat, on a pu identifier les effets qu'exercent les frottements auxquels sont exposés les enduits galvanisés des tôles d'acier, sur le comportement des tôles au moment du formage. On a communiqué le rapport final aux producteurs de tôles galvanisées.

Lors de la recherche sur le formage près de la cote désirée, on a fait progresser la mise au point d'un code entièrement couplé du comportement thermique et mécanique basé sur la méthode des éléments finis, de façon à pouvoir modéliser l'écoulement plastique et les transferts thermiques qui ont lieu durant les procédés de laminage à chaud. On propose initialement d'appliquer ce code aux analyses des améliorations nécessaires des procédés dans une installation industrielle de laminage à chaud et dans un laminoir industriel de type Steckel. Lors d'une étude réalisée à contrat des nouveaux critères de forgeabilité, on a constaté que la méthode de mesure des microcontraintes au moyen d'un graticule permettait d'analyser efficacement la formation de fissures internes lors des essais de forgeabilité. Les nouveaux critères serviront à définir les conditions limites des procédés industriels de forgeage. CANMET a organisé et tenu un symposium international sur "la modélisation informatisée des procédés de fabrication et sur le comportement inhérent des métaux".

On a modifié les installations existantes de façon à compacter et extruder des quantités expérimentales de matériaux tels que des alliages rapidement solidifiés et des produits composites métal-matrice. On prévoit d'intégrer cette capacité de fabrication aux projets d'élaboration de matériaux de pointe, à l'intention de l'industrie.

Technologie du soudage

Le programme de CANMET sur la technologie du soudage est destiné aux industries canadiennes et aux ministères fédéraux qu'intéressent la fabrication et l'utilisation en toute sécurité de structures soudées telles que les réservoirs sous pression, les structures offshore, et les pipelines.

CANMET a organisé un programme national à frais partagés, prévoyant la mise au point de la technologie qui permettra de prévenir le décollement des soudures de recouvrement en acier inoxydable faites dans les cuves de réacteurs pétrochimiques. Douze organisations regroupant l'industrie, les instituts de recherche et les universités participent à cette réalisation conjointe. Dans la partie expérimentale de la phase 1, on a identifié la vitesse du refroidissement à partir de la température d'exploitation, comme l'élément jouant un rôle significatif dans le décollement des soudures de recouvrement.

On évalue actuellement les méthodes de soudage, et l'on examine en détail à des fins de réglementation les propriétés de résistance mécanique et de résilience à l'entaille des soudures en acier effectuées sur les navires arctiques et les sous marins de la marine de guerre. Au cours de l'année passée, une grande partie des recherches ont principalement servi à évaluer la soudabilité de diverses pièces, fortement résistantes, faites d'acier et utilisées dans la fabrication des sous-marins. Ces recherches, qui sont partiellement financées par le ministère de la Défense nationale, entrent directement dans le cadre du programme canadien d'acquisition d'une flotte de sous-marins.

CANMET a achevé le programme dont le but était d'établir une corrélation entre les propriétés déterminées par l'essai de déplacement de l'ouverture de la pointe des fissures (CTOD) et les propriétés de fracturation déterminées par l'essai d'entaille de Charpy (CVN), dans le cas des soudures faites par le procédé de soudage à l'arc sous flux, le procédé de soudage à l'arc métallique avec électrodes sous protection, et le soudage à l'arc immergé. Ces données aideront les fournisseurs et fabricants d'aciers à fournir des produits qui soient conformes aux normes, donc aient un degré minimum de ténacité à la fissuration. Dans des travaux du même ordre, un groupe de travail de l'industrie a dirigé des recherches sur la mise au point de produits auxiliaires de soudage dont les caractéristiques de résistance à la fracturation soient adaptées aux températures théoriques régnant dans l'Arctique. Cette recherche faite sous contrat a pour objet de fournir simultanément à la Garde côtière canadienne, à l'Administration des terres gazières et pétrolières du Canada, et à l'Association canadienne de normalisation, des données appropriées sur les qualités de ténacité et résilience; et de permettre aux fabricants canadiens de mettre au point des produits utilisables dans ce pays.

Dans le domaine de la modélisation, un programme réalisé conjointement avec les fabricants d'acier a permis de définir la ductilité à température élevée des pièces obtenues en coulée continue, et aidé les producteurs à établir un lien entre la fréquence des défauts et les propriétés apparaissant aux températures élevées. On a publié des équations empiriques corrélant les paramètres du soudage, durant les procédés de soudage à l'arc immergé et de soudage à l'arc sous protection gazeuse, avec la vitesse de pénétration, la dimension des perles et la vitesse de fusion.

Finalement, nous avons élaboré dans nos installations des procédés de soudage d'acier épais de composition 2-25 Cr/Mo, par le procédé de soudage à fente étroite, à l'arc immergé. On transmet actuellement les données et la technologie, par le biais de recherches faites sous contrat, à des compagnies propriétaires de centrales, qui participent à la conception et à la fabrication de cuves sous pression résistantes aux températures élevées.

Essais non destructifs

Au Canada, la croissance rapide du secteur des essais non destructifs reflète à quel point on se soucie au Canada de l'intégrité structurale des constructions mécaniques, de la qualité des produits, de l'économie des ressources et de l'accroissement de la productivité. Les activités de CANMET en matière d'essais non destructifs couvrent à la fois l'administration d'un programme national de certification du personnel spécialiste en essais non destructifs au Canada, et la mise au point d'une technologie des essais non destructifs.

Parmi les objectifs principaux, dans les développements de la technologie des essais non destructifs, figuraient la détection et la caractérisation des défauts, la surveillance en ligne de la conduite des procédés, et l'évaluation des propriétés des matériaux. On a poursuivi les recherches dans les domaines de l'inspection par ultrasons et de la caractérisation par des méthodes optiques. Cette technologie permettra l'inspection d'éprouvettes à des températures élevées, et conviendra à l'inspection de pièces profilées difficiles. Les travaux en cours ont pour objet de rendre la technologie suffisamment sensible pour qu'elle convienne aux applications en laboratoire et dans l'industrie. On met actuellement au point deux systèmes de récepteurs. L'un est basé sur la détection cohérente, l'autre sur l'emploi de l'interféromètre confocal Fabry-Perot. Une compagnie canadienne s'occupera du transfert technologique et de la commercialisation de ces deux technologies.

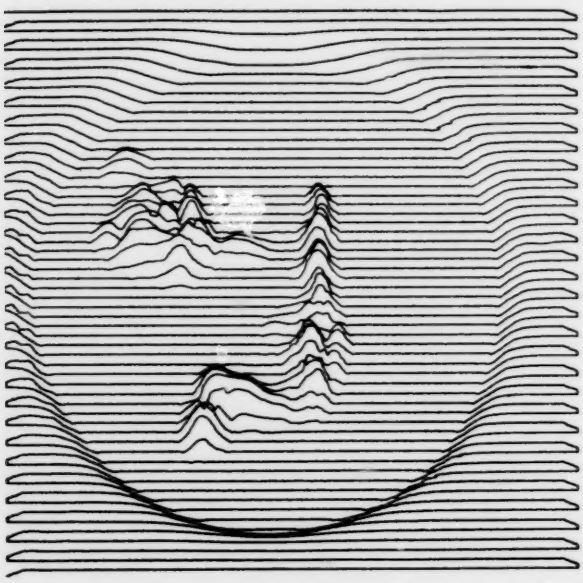


Image obtenue à l'aide d'ultrasons illustrant le décollement provoqué par l'hydrogène d'une soudure de rechargement d'un récipient de réacteur pétrochimique

Microstructures et propriétés des matériaux industriels

La technologie des matériaux connaît actuellement des changements très importants. Les matériaux classiques tels que l'acier et les alliages non ferreux se trouvent maintenant en concurrence avec des matériaux non métalliques, en particulier les polymères, et les uns avec les autres.

On exploite actuellement des solutions d'avant-garde concernant la conception des alliages, pour satisfaire aux exigences de plus en plus poussées sur les propriétés des alliages, en particulier des aciers microalliés, des alliages d'aluminium et de lithium, et des alliages de cuivre durcis par décomposition spinodale. Tout aussi importante est la mise au point de "produits technologiques" qui sont une synthèse de composants métalliques et non métalliques, fabriqués selon de nouveaux procédés. Ces produits manifestent des propriétés qui dépassent celles des matériaux traditionnels. Comme exemple, citons les matériaux rapidement solidifiés, les alliages dont la surface a été dotée de propriétés spéciales, les matériaux composites, et des éléments céramiques d'avant-garde.

Les alliages de fer, néodymium et bore, filés depuis l'état liquide, sont caractérisés par des champs magnétiques particulièrement puissants, et conviennent bien à la fabrication d'aimants permanents compacts utilisables dans les véhicules spatiaux, les robots et les petits moteurs. On a préparé des lamelles de ces alliages préparées par filage à l'état liquide, et l'on a déterminé leurs propriétés magnétiques. Durant l'année de l'étude, on a produit des enduits amorphes qui devraient présenter une résistance exceptionnelle à la corrosion. En collaboration avec l'Université de Waterloo, on a étudié la production et les propriétés de matériaux composites renforcés avec des rubans de verres métalliques. En collaboration avec la Défense nationale, on a démontré l'accroissement de la solubilité à l'état solide du fer dans des bronzes de Fe et Al filés à l'état liquide, et l'on a comparé leur résistance exceptionnelle à la corrosion à celle de matériaux traités par les procédés classiques. Lors de recherches réalisées conjointement avec la compagnie Noranda et avec le Conseil national de recherches, on a montré que la solidification rapide éliminait la macroségrégation, et réduisait de façon significative la microségrégation dans des bandes de Cu-Ni-Sn produites par coulée directe.

Dans la recherche sur les aciers à inclusions artificielles, on a mis l'accent sur la façon d'introduire les inclusions dans les aciers à teneur moyenne en carbone, de façon à améliorer leur usinabilité.

Corrosion et érosion

En coopération avec le secteur privé, CANMET a mis au point des méthodes d'analyse, de prévention, de réduction, de surveillance et d'évaluation de la dégradation par la corrosion et l'érosion. Durant l'année de l'étude :

— On a évalué la résistance aux dommages induits par l'hydrogène, de dix-neuf aciers pour tubes de canalisation fournis par plusieurs compagnies. Ce projet a été financé à frais également partagés avec le groupe de travail de l'Association canadienne de normalisation, sur la performance des aciers en milieu acide *Sour Service Task Force*.

— On a étudié la susceptibilité à la fissuration des soudures de tubes de canalisation effectuées sous résistance électrique. On n'a pas observé de fissuration.

— On a déterminé, dans des gammes différentes de température, la performance relative des alliages ferritiques et austénitiques employés dans des chambres de combustion avec lit fluidisé, alimentées avec du charbon riche en soufre, d'une installation-pilote à lit fluidisé exploitée par la Nova Scotia Power Corporation. L'alliage T91 était le seul alliage ferritique à montrer une performance prometteuse, et cela seulement à des températures inférieures à 550 °C. Les aciers inoxydables des types 304H, 310 et 347H étaient acceptables dans la plupart des régions de la chambre de combustion à des températures pouvant atteindre 700 °C. Les échantillons situés plus près du sommet de la chambre de combustion montraient des vitesses d'érosion plus élevées.

— Lors d'une étude réalisée en coopération avec la Garde côtière canadienne, les résultats spécifiquement en rapport avec les réparations des soudures ont confirmé que l'on pouvait choisir un certain nombre de produits de soudage à l'arc métallique avec électrodes sous protection, pour minimiser ou éliminer la corrosion entre le métal et la soudure, mais que l'on pouvait au moins résoudre le problème des zones attaquées par la chaleur en modifiant la chimie des plaques d'acier.

— L'évaluation des propriétés de corrosion des bronzes de fer et d'aluminium a démontré que l'on avait pu corriger de façon significative la vitesse de corrosion des alliages rapidement solidifiés, et contenant 3 à 8 % de Fe en poids.

— On a réalisé sous contrat de la recherche pour déterminer l'efficacité des techniques d'implantation ionique et de mélanges sous faisceau ionique, dont le but est d'améliorer la résistance à l'oxydation des alliages à base de fer, aux températures élevées, en augmentant la concentration d'aluminium près de la surface. Les traitements ioniques ont plus efficacement que l'implantation d'aluminium amélioré la résistance à l'oxydation.

— On a étudié en collaboration avec le CNRC l'effet de la fusion de la surface sous l'effet d'un laser, et l'effet de la combinaison d'alliages commerciaux à base de Fe sur l'oxydation aux températures élevées.

Moyens de lutte contre la rupture des matériaux, et analyse de cette rupture

CANMET participe avec l'industrie et les universités à des projets dont le but est de déterminer le comportement mécanique des métaux, et par conséquent travaille continuellement à accroître les compétences dans les nouvelles méthodes expérimentales, et en même temps à mieux faire comprendre les facteurs qui régissent le comportement mécanique. Comme exemples, citons les effets de l'épaisseur et de la température sur la ténacité et sur la fatigue à la corrosion, et les effets de la microstructure métallurgique sur les propriétés mécaniques.

L'analyse des contraintes nous permet d'interpréter correctement les effets de la géométrie des éprouvettes et des diverses phases du traitement sur le comportement mécanique. On a mesuré les contraintes s'exerçant dans des soudures à passe simple, et les résultats se rapprochaient suffisamment des calculs de la configuration des contraintes résiduelles, basés sur l'analyse par éléments finis; cette analyse a été réalisée aux termes d'un contrat.

CANMET contribue à prévenir les ruptures pouvant survenir dans les structures, en effectuant des analyses de la rupture, en participant à l'élaboration des normes et codes nationaux, et en mettant à l'essai des structures contenant des défauts connus. On a mis à l'épreuve un tuyau soudé par résistance électrique et contenant des défauts artificiels et défectuosités de production, et l'on a mesuré la réduction de la résistance mécanique, due aux imperfections des soudures faites par résistance

électrique. On a évalué, en collaboration avec une fonderie du Québec, la résistance dynamique aux fractures d'un fer malléable soumis à la trempe étagée.

On a poursuivi les recherches sur l'évaluation de la fatigue à la corrosion des joints de soudure, dans le cadre d'un projet de CANMET sur les structures en acier utilisées en pleine mer. On a complété des études relatives aux effets de l'épaisseur d'une section sur la durabilité de joints soudés en T, soumis à une charge de valeur constante, dans l'atmosphère et l'eau de mer. Sous l'effet d'une contrainte constante en un point chaud, les vitesses d'amorce et de propagation diminuent toutes deux à mesure que se réduit l'épaisseur. Une étude détaillée de tous les résultats provenant du monde entier, relatifs aux essais de plaques et de joints tubulaires, ont confirmé que ces joints tubulaires ne bénéficiaient pas d'une protection cathodique même lorsque leur durée d'utilisation était longue.

Instruments perfectionnés

Un prototype commercial et portatif du diffractomètre X de mesure des contraintes, mis au point par CANMET, a subi avec succès des essais in situ dans les installations de l'Hydro Ontario et au Centre de recherches pour la Défense (Atlantique).

On a employé la spectrométrie électronique avec perte d'énergie et la micro-analyse par rayons X, pour caractériser les précipités extraits de la zone attaquée thermiquement des soudures d'aciers contenant Ti et Nb, destinées à des structures utilisées en pleine mer. La microstructure des tubes sans soudure fournis par un fabricant canadien, telle qu'identifiée par la microscopie électronique à transmission, a indiqué la cause des propriétés de résistance inadéquates. À la suite de cette étude, on a modifié le traitement thermique de façon à réduire l'importance du problème.

TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE

En 1986-1987, le Bureau de transfert de la technologie (BTT) a étendu ses activités et accru sa participation au Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), dont le but est de soutenir financièrement les efforts de démonstration et de commercialisation des technologies mises au point ou parrainées par CANMET. Le BTT a collaboré avec les laboratoires de CANMET, pour planifier et réaliser des activités de transfert de technologie; il a facilité les procédures de délivrance de brevets et permis, en faisant fonction d'agent de liaison auprès de la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée (SCBE) et en gardant sous contrat des agents des brevets; il a conseillé les administrateurs et chercheurs de la Direction sur les questions de propriété intellectuelle que soulevaient les contrats de R-D; et il a continué à produire des comptes-rendus des événements importants survenant au sein de la Direction.

ÉVALUATION DE LA TECHNOLOGIE

Le BTT a continué de fournir des évaluations techniques et économiques concernant un certain nombre de projets, notamment : la comparaison et la mise à jour des procédés de grillage avec sulfatation, et de lixiviation acide sous pression, qui permettent de récupérer Zn, Pb et Ag, à partir de minerais sulfurés complexes; la biorécupération du sélénium à partir des effluents produits par le traitement des métaux communs; le cotraitement du charbon, qui sert à produire des combustibles liquides; et le procédé mis au point par CANMET, de lixiviation en présence de chlorure ferrique, afin de récupérer les métaux communs et métaux précieux à partir de concentrés sulfurés complexes en vrac. L'évaluation du procédé de récupération du sélénium a incité une grande compagnie minière à sérieusement envisager un investissement dans ce procédé.

EXAMEN DES PROJETS

On a entrepris à forfait une évaluation de la recherche effectuée par CANMET sur le chauffage des habitations, de façon à déterminer l'impact du transfert de la technologie de CANMET sur les fabricants, les fournisseurs d'énergie et les consommateurs.

On a entrepris une étude du programme de conversion énergétique, à participation financière égale. On choisira l'entrepreneur, et les travaux commenceront au cours de la prochaine année financière. L'entrepreneur devra évaluer l'impact technique et économique de la recherche sur ce programme, et aussi déterminer de quelle façon la recherche ou les usages industriels ont bénéficié des résultats du contrat.

TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE

CANMET a 15 projets en cours de réalisation dans le cadre du programme PARI, qui représentent un budget total de 9,3 millions de dollars, dont 5,7 millions sont fournis par les sociétés et le reste par le CNRC. Sept nouveaux projets ont été commencés durant l'année financière, et un maximum de quatre nouveaux projets en sont actuellement à l'étape de préparation, et doivent être entrepris au cours de l'année financière suivante.

Le BTT a apporté son appui à la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée (SCBE) sur les questions des brevets, et a fourni des conseils sur les permis d'application des technologies suivantes élaborées à CANMET, ou à forfait :

— On a commencé, en conformité avec le programme START, à prendre les dispositions qui permettront de faire bre-

veter l'instrument de mesures d'indices Delta P, et l'on a aidé un éventuel fabricant à présenter l'instrument lors du dixième Congrès international sur la préparation du charbon, tenu à Edmonton.

— Le BTT s'est chargé d'obtenir une évaluation sur les possibilités d'obtention d'un brevet, et négocie actuellement la délivrance de droits de fabrication concernant le dosimètre de radon qui sera principalement commercialisé aux États-Unis.

— La technologie mise au point par CANMET du surfaçage des aciers, a été enregistrée sous le nom de commerce CANMETcoat, et l'on a entamé des discussions sur l'exploitation de cette technologie avec un industriel.

— On a délivré à une compagnie canadienne les droits de fabrication et de commercialisation du réacteur à catalyseur. On cherche actuellement au Canada et aux États-Unis à faire breveter cette invention.

Afin d'élaborer des stratégies adéquates de transfert technologique, le BTT a réalisé de nombreuses évaluations sur les possibilités de commercialisation des technologies de CANMET, ou y a participé, en particulier dans les cas suivants : céramiques conductrices de l'hydrogène (Hyceram), oxydation du gaz naturel en méthanol, et procédé d'hydrotraitement dans des conditions non rigoureuses. En outre, on a entrepris une campagne pour lancer une publication interne, intitulée *the Gold Assay Methods Manual* (Manuel des méthodes d'analyse de l'or); on a de cette manière réussi jusqu'à présent à vendre plus de 150 exemplaires de cet ouvrage dans toute l'Amérique du Nord.

INFORMATION TECHNOLOGIQUE

On a réunit une collection détaillée des ouvrages et articles sur la technologie des minéraux et de l'énergie, et de la documentation générale, en particulier le catalogage et l'analyse résumée de la documentation pertinente incluse dans des fichiers informatiques appropriés. La Division d'information technologique a pour objectif principal de publier et distribuer des rapports et la documentation intégrant les résultats des recherches réalisées par les chercheurs de CANMET et des chercheurs travaillant à contrat, et de fournir les informations techniques fiables et à jour, aux chercheurs de CANMET, à d'autres chercheurs et au personnel exploitant, dans l'ensemble du Canada. Durant l'année de l'étude, on a poursuivi ces activités avec énergie, malgré les distractions résultant du déplacement du personnel de la Division dans d'autres quartiers.

SERVICES DE BIBLIOTHÈQUE

On a ajouté aux collections presque 4500 volumes, rapports, volumes périodiques, dissertations et actes de conférences. À la fin de l'année, le nombre d'abonnements à des publications en série et à des périodiques s'élevait à 2640. Durant l'année, ont été enregistrés plus de 80 000 prêts au personnel de CANMET. Grâce aux dispositions sur le partage des ressources en matière d'information technique, un peu moins de 4000 prêts ont été accordés à d'autres bibliothèques, tandis que le personnel de CANMET a emprunté environ 2000 publications à d'autres organismes, pour son propre usage.

DOCUMENTATION TECHNIQUE

L'entente sur la production conjointe d'une base de données technologiques en matière d'énergie, a été conclue entre les pays membres de l'Agence internationale de l'énergie. Conformément aux termes de cette entente, chaque pays membre doit répertorier et présenter sous forme d'analyse résumée sa propre documentation sur la technologie en matière d'énergie, de façon à pouvoir combiner cette documentation dans une seule base de données accessibles en mode interactif; c'est cette base qu'utiliseront les chercheurs et le personnel exploitant de tous les pays contributeurs. Cette entente représente un important progrès, étant donné que nous pourrons partager presque aussitôt après sa publication toute l'information technologique en matière d'énergie provenant de l'un quelconque des pays membres. Au cours d'autres activités connexes, le personnel chargé de l'information technologique a ajouté presque 9000 nouvelles entrées dans les cinq bases de données produites par CANMET – MINTEC, MINPROC, COAL, COALPRO et CANPUB. Toutes ces bases de données, à l'exception d'une -CANPUB-, sont accessibles au public canadien, soit par l'intermédiaire du réseau CAN/OLE du Conseil national de recherches, soit par l'intermédiaire d'installations du secteur privé dotées d'une base de données, les systèmes QL. Plus de 8000 recherches ont été effectuées par le public, dans les quatres bases de données accessibles à ce public. CANPUB est une base de données interne, que

l'on construit actuellement, et dans laquelle seront répertoriées toutes les publications existantes venant des membres du personnel de CANMET et de ses prédécesseurs, depuis l'établissement de cette Direction en 1907.

PRODUCTION DES PUBLICATIONS

Durant l'année, 792 rapports au total ont été publiés. Trente-sept d'entre eux étaient des rapports d'une grande importance, largement diffusés dans l'ensemble du Canada, et aussi distribués à plusieurs centaines de participants étrangers aux échanges d'information. Les autres rapports, c'est-à-dire 755, étaient des rapports des divisions, essentiellement destinés à une distribution interne; toutefois, des exemplaires de ces rapports peuvent être fournis sur demande aux clients de l'extérieur. L'emploi croissant des deux langues officielles est indiqué par l'augmentation de presque 20 % du volume des traductions; au total, 900 pages ont été traduites dans l'une ou l'autre des langues officielles.

DEMANDES DE RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES ET SERVICES AUXILIAIRES CORRESPONDANTS

Le nombre de demandes d'information reçues par la Division dépassait un peu plus de 2600. Huit pour cent d'entre elles ont été transmises à d'autres organismes plus compétents, les autres ont été examinées par des agents d'information de CANMET, et parfois complétées par de l'information spécialisée non publiée, communiquée par le personnel de CANMET chargé de la recherche. On estime que 15 000 articles de documentation ont été expédiés par la poste, pour répondre à ces demandes.

Pour de plus amples renseignements sur les produits et services en matière d'information offerts par CANMET, ou sur les travaux des divisions opérationnelles de CANMET, veuillez vous adresser à :

La Division de l'information technologique
CANMET – Politique, planification et services
Énergie, Mines et Ressources Canada
555, rue Booth
Ottawa, Canada
K1A 0G1

Téléphone :

Renseignements généraux	(613) 995-4029
Charbon	(613) 995-4075
Énergie	(613) 995-4075
Mines	(613) 995-4069
Traitement des minéraux	(613) 995-4069
Métallurgie	(613) 995-4807
FAC	(613) 952-2587
Télex	(613) 053-3395

ANNEXE A
PERSONNEL PROFESSIONNEL DE CANMET

PERSONNEL PROFESSIONNEL DU CANMET

BUREAU DU DIRECTEUR GÉNÉRAL

W.G. Jeffery; B.Sc., M.Sc. (Leeds); Ph.D. (McGill); Directeur général

J.T. Jubb; B.A.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto); Sous-directeur général

BUREAU DES PROGRAMMES DE RECHERCHE

I.C.G. Ogle; B.Sc., Ph.D. (Colombie-Britannique); Directeur

G. Zahary; B.Sc., M.Eng. (McGill); Directeur adjoint, Exploitation minière

A.F. Crawley; B.Sc., Ph.D. (Glasgow); Ing.; Directeur adjoint, Matériaux

C.W. Fairbridge; B.Sc., M.Sc. (Lakehead), Ph.D. (St-Andrews); Directeur adjoint, Traitement de l'énergie

D.P.C. Fung; B.Sc. (U.B.C), Ph.D. (Windsor), Directeur adjoint, Utilisation de l'énergie

R.J.C. MacDonald; B.Sc. (St. Francis Xavier); Directeur adjoint, Traitement des minéraux

M.J. Bain; B.Sc. (U. I.P.E.); B.Ed. (Western); Coordonnateur de programme

D.H. Quinsey; B.Sc. (Queen's); Ing.; Coordonnateur de programme

S. Savard; B.Sc.A. (Laval); Ing.; Agent de projet

DIVISION DE L'INFORMATION TECHNOLOGIQUE

J.E. Kanasy; B.Sc., B.A. (Windsor), M.A. (Michigan), Ph.D. (Pittsburgh); Directeur

Bibliothèque

G. Peckham; B.A., B.L.S. (McGill); Chef de section

J. Bérubé; B.A., M.L.S. (Montréal); Bibliothécaire de documentation

J. Ho; B.A., B.L.S. (Ottawa); Chef, Services techniques

K. Nagy; B.Sc., B.L.S. (McGill); Chef, Services aux lecteurs

C.M. Nason; B.A., M.A. (Carleton); M.L.S. (Western Ontario); Bibliothécaire

Renseignements techniques

J.E. Beshai; B.Sc. (McMaster); Agent d'information sur le charbon

R.T. Blake; A.C.S.M. (U.K.); Ing.; Agent d'information sur la technologie des minéraux

C.F. Dixon; B.Eng. (N.S.T.C.); Ing.; Agent d'information sur la métallurgie

J.J.M. Krocko; B.Sc. (Alberta); Agent d'information sur l'énergie

R.R. Poirier; DEC (Cégep de l'Outaouais); Agent d'information, Renseignements techniques généraux

Documentation

W. Kent; B.A. (Carleton); Gestionnaire de la base de données

G.M. Blondeau; B.A. (Queen's), M.A. (Guelph); Rédacteur de résumés sur l'exploitation minière

T.J. Patel; B.Sc. (Oregon State), M.Sc. (Washington State); Rédacteur de résumés sur les traitements des minéraux

Publications

M. Close; B.A. (Toronto); B.A. (Hons) (Ottawa); Chef de section

D. Davidson; B.A. (Hons); M.A. (Carleton); Éditeur (Anglais)

E. Blackburn; B.A. spéc. en traduction; LL.L. (droit civil) (Ottawa); Rédactrice (Français)

M.P. DesRosiers; B.A. conc. en litt. française; B.A. spéc. en traduction (Ottawa); Rédactrice (Français)

DIVISION DES SERVICES TECHNIQUES

J.M. Duchesne; B.Eng. (Montréal), M.Sc.Eng. (Arizona); Ing., Directeur

D.M. Norman; M.I. Génie mécan. Borough Polytechnique (Royaume-Uni); Ingénieur

BUREAU DE TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE

J. Kuryllowicz; B.Eng. (McGill); Directeur

J. Palmer; B.Sc. (Aberdeen); Ing.; Ingénieur

F.J. Kelly; B.Eng. (N.S.T.C.); Chercheur scientifique; Gestionnaire

W.S.H. Wong; B.Eng. (McMaster); Ing.; Ingénieur

R. Philar; M.S. (Connecticut), M.B.A. (Washington); Ing.; Gestionnaire

G.S. Bartlett; B.Sc., B.A. (Memorial); Économiste

A. Lane; B.Sc. (Queen's); Agent de projet

M. Nobert; B.A. (Laval), M.E.S. (York), M.Sc. (Wisconsin)

J.R. Goddard; B.Sc. (Concordia); Spécialiste en informatique

LABORATOIRES DE RECHERCHE SUR L'ÉNERGIE

D.A. Reeve; B.Sc., Ph.D. (Birmingham); Directeur des Laboratoires

Services techniques, conception construction et services de soutien

L.P. Mysak; Dipl. Techno. mécan. (Algonquin); B.A.Sc., M.Eng., Ing. (Ottawa); Ingénieur

J.L. Harcourt; Éditeur

Laboratoire de recherche sur les combustibles synthétiques

J.M. Denis; B.A.Sc. (Ottawa), Ing.; Gestionnaire

Mise au point des procédés

D.J. Patmore; B.Sc. (Bristol), Ph.D. (Alberta); Chercheur scientifique

T.J.W. de Bruijn; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Delft); Chercheur scientifique

J. Chase; B.Sc.Chem. (Acadia), B.Sc. Génie chimique (McGill), Ph.D. (Univ. of London); Chercheur scientifique

W.H. Dawson; B.Sc. (McGill), Ph.D. (Western Ontario); Chercheur scientifique

F.T.T. Ng; B.Sc. (Hong Kong), M.Sc., Ph.D. (Colombie-Britannique)

D.D.S. Liu; B.Sc. Génie chimique (N. Taiwan Univ.), Ph.D. (Dalhousie); Chercheur scientifique

P.L. Sears; M.A., Ph.D. (Cambridge); Chercheur scientifique

R.B. Logie; B.Sc. (Nouveau-Brunswick); Ing.; Ingénieur

Récupération du bitume et du pétrole

D.K. Faurschou; B.A.Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

A.E. George; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Le Caire); Chercheur scientifique

J. Margeson; B.Sc. (Carleton), M.Sc. (Ottawa); Chercheur scientifique

Section d'analyse

R.J. Lafleur; B.A.Sc. (Waterloo), M.Sc. (Alberta), Ing.; Chimiste

D.M. Clugston; B.Sc., Ph.D. (McMaster); Chimiste

V. Whelan; B.Sc. (Waterloo); Chimiste

Liquéfaction du charbon

J.F. Kelly; B.Eng., Ph.D. (McGill); Ing.; Chercheur scientifique

S.A. Fouda; B.Eng. (Le Caire) Ph.D. (Waterloo); Chercheur scientifique

M. Ikura; B.Eng. (Himeji), M.Eng. (Osaka), Ph.D. (McGill); Chercheur scientifique

P. Rahimi; B.Sc. (Iran), M.Sc. (Brook), Ph.D. (Alberta); Chercheur scientifique

Laboratoire de recherche sur la combustion et la carbonisation

G.K. Lee; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Ing.; Gestionnaire;

C.J. Adams; B.Bc., M.Sc. (McGill), Ph.D. (McMaster); Chercheur scientifique

Traitement du charbon et du coke

T.A. Lloyd; B.Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

J.W. James; B.Sc. (Waterloo); Chercheur en sciences physiques

R.G. Fouhse; B.Sc. (Saskatchewan); Ing.; Ingénieur;

Recherche sur la carbonisation

J.T. Price; B.Sc. (Calgary), Ph.D. (Western Ontario); Chercheur scientifique

J.F. Gransden; B.Sc. (London), A.R.S.M., Ph.D. (Western Ontario); Chercheur scientifique

J.G. Jorgensen; B.Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

Technologie de la conservation d'énergie

A.C.S. Hayden; B.Eng., M.Eng. (Carleton); Ing.; Chercheur scientifique

S.W. Lee; B.Sc. (Rangoon); Ph.D. (McMaster); Chercheur scientifique

R.W. Braaten; B.Eng. (Carleton); Ing.; Chercheur en sciences physiques

F. Preto; B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Queen's); Chercheur scientifique

M. Wiggin; B.A.Sc. (Waterloo); Ingénieur

K. Tait; B.Sc., M.Sc. (London) (Interchange Canada); Chercheur scientifique

Nouveaux systèmes d'utilisation de l'énergie

F.D. Friedrich; B.Sc. (Saskatchewan); M.Sc. (Queen's); Ing.; Chercheur scientifique

E.J. Anthony; B.Sc.; B.A. (Université libre), Ph.D. (Swansea), Chimie C.; Chercheur scientifique

D.L. Desai; B.E. (Sardar Patel), M.Eng. (Ottawa), Ing., Ingénieur

I.T. Lau; B.Sc. (Cmengkunk), M.A.Sc. (Ottawa); Ingénieur

V.V. Razbin; Ingénieur diplômé, M.Sc. Génie (Carleton); Ingénieur

Procédés de combustion industrielle

H. Whaley; B.Sc., Ph.D. (Sheffield), Ing., Génie chimique; Chercheur scientifique

G.N. Banks; B.A. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

P.M.J. Hughes; B.Sc. (Waterloo), M.Sc. Génie mécanique (Waterloo); Chercheur scientifique

K.V. Thambimuthu; B.Sc. (Birmingham), M.Eng. (McGill), Ph.D. (Cambridge), Ing. en génie chimique; Chercheur scientifique

R.J. Philp; M.Sc.App. (Toronto), Ing., Ingénieur

J.K.L. Wong; B.Sc. (Calgary); Chercheur en sciences physiques

Constitution du charbon et du coke

B.N. Nandi; B.Sc., M.Sc. (Calcutta), Dr. Eng. (Karlsruhe); Chercheur scientifique

J.A. MacPhee; B.Sc. (St. Francis Xavier), Ph.D. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

L.A. Ciavaglia; B.Eng. (Carleton), Ing.; Chercheur en sciences physiques

Contrôle des projets et dessin industriel

S.I. Steindl; Ingénieur diplômé (Budapest), M.Sc. (Queen's), Ing., Ingénieur

Garantie de la qualité

R. Prokopuk; B.Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

Laboratoire de recherche sur le traitement des hydrocarbures

M. Ternan; B.A.Sc. (Colombie-Britannique), Ph.D. (McGill), Ing.; Gestionnaire

Conversion des hydrocarbures

D.P.C. Fung; B.Sc. (Colombie-Britannique), Ph.D. (Windsor); Chercheur scientifique

M. Skubnik; B.Eng., M.Eng. (Bratislava) Ing.; Chercheur en sciences physiques

Pyrolyse et gazéification

F. Furimsky; Ingénieur diplômé (Prague), Ph.D. (Ottawa); Chercheur scientifique

A. Palmer; B.Sc. (Montréal); Chercheur scientifique

Analyse et normalisation

L.C.G. Janke; B.Sc. (Sir Wilfrid Laurier), B.Ed. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

M.D. Farrell; B.Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

J.Z. Skulski; Génie chimique (Wroclaw, Pologne); Chimiste

Séparation et caractérisation

H. Sawatzky; B.Sc.A., M.Sc.A., Ph.D. (Toronto); Chercheur scientifique

S. Coulombe; DEC., B.Sc., Ph.D. (Montréal); Chercheur scientifique

B. Farnand; B.Sc.A., Ph.D. (Ottawa); Chercheur scientifique

G. Jean; DEC., B.Sc., Ph.D. (Western Ontario); Chercheur scientifique

P. Chantal; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Laval); Chercheur scientifique

S.M. Ahmed; B.Sc., M.Sc. (Inde); Chimiste

Y. Yoshida; B.Sc., M.Sc. (Muroran), Ph.D. (Hokkaida); Chercheur invité

Hydrotraitement catalytique

J.F. Kriz; Ingénieur diplômé (Prague), Ph.D. (Dalhousie), Ing.; Chercheur scientifique

M.F. Wilson; B.Sc., Ph.D. (St. Andrews); Chercheur scientifique

M.V.C. Sekhar; B.Sc. (Madras), M.Sc. (ITT-Madras), Ph.D. (Calgary); Chercheur scientifique

C.W. Fairbridge; B.Sc., M.Sc. (Lakehead), Ph.D. (St. Andrews); Chercheur scientifique

J. Monnier; B.Sc. (Laval), Ph.D. (McMaster); Chercheur scientifique

Recherche sur la catalyse

J.R. Brown; B.Sc., Ph.D. (Western Ontario); Chercheur scientifique

J.Z. Galuszka; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Jagiellonian, Cracow, Pologne); Chercheur scientifique

S.H. Ng; B.Sc. Génie chimique (Taiwan), Ph.D. (Nouveau-Brunswick); Chercheur scientifique

V.M. Allenger; B.Eng. (McGill), M.Sc.A. (Ottawa); Chercheur scientifique

LABORATOIRES DE RECHERCHE MINIÈRE

J.E. Udd; B.Eng., M.Eng., Ph.D. (McGill), Ing.; Directeur

Laboratoire canadien de recherche sur les atmosphères explosives

J.A. Bossert; B.Sc., (Queen's), Ing.; Gestionnaire

E.D. Dainty; B.Sc., M.Sc. (Toronto) Ing.; Chercheur scientifique

G. Lobay; B.Sc., (Manitoba); Ingénieur

K.J. Mintz; B.Sc., M.Sc. (UBC), Ph.D. (Toronto); Chercheur scientifique

J.P. Mogan; B.A.Sc. (Toronto), Ing.; Chercheur scientifique

L. Geller; Diplômé en génie mécanique; Ing. (Budapest), B.Sc. génie (Londres). M.Sc. A. (Toronto); Chercheur Scientifique

K.C. Cheng; B.Sc., M.Eng. (Tainan Chen Kung, Taiwan); Ingénieur

Laboratoire canadien de recherche sur les explosifs

R.R. Vandebeek; B.Sc., M.Sc. (Carleton); Gestionnaire

E. Contestabile; B.Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

K.K. Feng; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Iowa) Ing.; Chercheur scientifique

D.E.G. Jones; B.Sc., Ph.D. (Western); Chercheur scientifique

P. Lee; B.Sc. (Hong Kong Baptist); Chimiste

Laboratoire d'Elliot Lake

R.O. Tervo; B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Bradford), Ing.; Gestionnaire

B. Arjang; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Allemagne); Chercheur scientifique

J. Bigu; M.Sc. (Barcelona), DTC (Slurry), Ph.D. (Queen's); Chercheur scientifique

N.K. Davé; B.Sc., M.Sc., (Rajastman, Inde), Ph.D. (Queen's); Chercheur scientifique

M. Grenier; B.Sc., M.Sc. (Laurentienne); Chercheur scientifique

D. Hanson; B.Sc., Geol. Eng. M.Sc. Geo. Tech. (Minnesota); Chercheur en sciences physiques

S.G. Hardcastle; B.Sc., Ph.D. (Nottingham); Chercheur scientifique

D.G.F. Hedley; B.Sc., Ph.D. (Newcastle), Ing.; Chercheur scientifique

G. Knight; B.Sc. (Birbeck, Londres); Chercheur scientifique

T.P. Lim; B.Sc. (Ottawa), Diplômé en tech. radio-chimie (Munich, Allemagne de l'Ouest); Chercheur en sciences physiques

P. Rochon; M.Sc. (Montréal); Chercheur en sciences physiques

M. Savich; Diplômé en génie minier (Ljobljan, Yougoslavie); B.Sc.A.; M.Sc.A. Génie (McGill); Chercheur scientifique

Laboratoire canadien de la technologie minière

G.E. Larocque; B.Sc. (Carleton); Gestionnaire

A.B. Annor; B.A.Sc. (Ottawa), M. Eng.; (Carleton) Ing.; Chercheur en sciences physiques

M. Bétournay; B.Sc., M.Sc.A., B.Sc. Génie (McGill); Ing.; Chercheur en sciences physiques

N. Billette; B.A. (Bourget), B.Sc., M.Sc., Ph.D. (École Polytechnique); Chercheur scientifique

A. Boyer; B.Sc. (Montréal); Chercheur en sciences physiques

R. Boyle; B.Sc. (Ottawa);Chercheur en sciences physiques

R.W.D. Clarke; B.Eng. (N.S.T.C.), Ing., Ingénieur

A. Fustos; B.S.F. F.E., B.Sc. (UBC), M.Sc. (Carleton), Ing., Ingénieur

M. Gangal; B.Sc. (Agra, Inde), M.Sc. (Rokee, Inde et McGill), Ph.D. (Calgary); Chercheur scientifique

C.B. Graham; B.Sc., M.Sc. (Génie) (Queen's); Chercheur en sciences physiques

M. Gyenge; Diplômé en génie (Budapest); Ing.; Chercheur scientifique

G. Herget; B.Sc. (Goettingen, Allemagne de l'Ouest), M.Sc., Ph.D. (Munich, Allemagne de l'Ouest); Ing.; Chercheur scientifique

R. Jackson; B.Sc.A. (Waterloo); Ing. (employé d'ÉACL) Chercheur en sciences physiques

P. Lacourse; B.Sc.A. (Laval); Ingénieur

J. Pathak; B.Eng., M.Eng. (Sager, Inde); Ph.D. (Freiberg, Allemagne); Ingénieur

N.A. Toews; B.Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

S. Vongpaisal; B.Eng., M.Eng., Ph.D. (McGill); Ing.; Chercheur scientifique

D.F. Walsh; B.Sc. (Memorial); Chercheur en sciences physiques

R.J.R. Welwood; B.Sc. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

A.S. Wong; B.Sc. (National Taiwan University), M.Sc. (Ottawa); Chercheur en sciences physiques

Y.S. Yu; B.Sc., M.Sc.A. Génie (McGill); Chercheur scientifique

LABORATOIRES DES SCIENCES MINÉRALES

L.L. Sirois; B.A., B.Sc.A. Génie, M.Sc.A. Génie (McGill); Ing.; Directeur

E.G. Joe; B.Sc. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

W.J.S. Craigen; B.Sc. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

Laboratoire de chimie

H.F. Steger; B.Sc., Ph.D. (McMaster); Gestionnaire

R.J. Guest; B.Sc. (Acadia); Gestionnaire adjoint; Opérations

Métaux et alliages

D.J. Barkley; B.Sc. (Carleton); Chimiste

E.H. MacEachern; B.Sc. (Mount Allison); Chimiste

J.W. Wittwer; B.Sc. (Carleton); Chimiste

Minerais et analyses pyrognostiques

J.C. Hole; B.A. (Toronto); Chimiste

R.R. Craig; B.Sc. (Glasgow); Chimiste

Chimie des solutions

G.A. Hunt; B.Sc. (Carleton); Chimiste

J.E. Atkinson; B.A. (Queen's); Chimiste

J.A. Graham; B.Sc. (Carleton); Chimiste

Émission optique et NAA

T.R. Churchill; B.Sc. (Western Ontario); Chimiste

R.E. Horton; B.Sc. (Carleton); Chimiste

Analyses spéciales

M.E. Leaver; B.Sc. (Queen's); Chimiste

Projets spéciaux

E.M. Donaldson; B.Sc. (Manitoba); Chercheur scientifique

Physique des rayonnements et des minéraux

M.G. Townsend; B.Sc., Ph.D. (Southampton); Chercheur scientifique

R. Provencher; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Sherbrooke); Chercheur scientifique

Radiométrie et fluorimétrie

J.L. Dalton; B.Sc., M.Sc.A. Génie (Carleton); Chimiste

R.H. McCorkell; M.Sc., Ph.D. (Manitoba); Chimiste

D.L. Curley; B.Sc. (Carleton); Chimiste

M. Desgagné; B.Sc. (Laval); Chimiste

C.W. Smith; M.Sc., Ph.D. (Queen's); Chercheur scientifique

Laboratoire de métallurgie extractive

M.C. Campbell; B.Sc. (St-Francis Xavier), B.Sc.A. Génie (N.S.T.C.), D.I.C., M.Sc. (London), Ing.; Gestionnaire

D.H. Bell; B.Sc.A., Ph.D. (London); D.I.C.(Imperial College); Chercheur en sciences physiques

Purification des solutions

G.M. Ritcey; B.Sc. (Dalhousie); Chercheur scientifique

R. Molnar; B.Sc.A. (McGill); Ph.D. (London); D.I.C.; Chercheur scientifique

G. Pouskouleli; B.Sc. (Grèce), M.Sc. (Montréal); Ph.D. (McGill); Chercheur scientifique

G. Deschênes; B.Sc., M.Sc. (Laval); Chercheur en sciences physiques

Chimie métallurgique

J.E. Dutrizac; B.Sc.A., M.Sc.A., Ph.D. (Toronto); Chercheur scientifique

D.J. MacKinnon; B.Sc., M.A., Ph.D. (Ottawa); Chercheur scientifique

R.M. Morrison; B.Sc.; Ph.D. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

O. Dinardo; B.Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

K. Bartels; B.Sc. (Carleton); Chimiste

E. Rolia; B.A. (UBC); Chimiste

Chimie physique

A.H. Webster; B.A., M.A., Ph.D. (UBC); Chercheur scientifique

S.M. Ahmed; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Saskatchewan); Chercheur scientifique

R.F. Pilgrim; B.Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

R. Sutarno; B.Sc.A., M.Sc.A., Ph.D. (N.S.T.C.), Ing.; Chercheur scientifique

S.A. Mikhail; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (le Caire); D.Sc. Génie (Norvège); Chercheur scientifique

J. Leduc; B.Sc. (Montréal); M.Sc., Ph.D. (McGill); Chercheur scientifique

V.H.E. Rolko; B.Sc. (Manitoba); Chimiste

J. Salley; B.Sc. (Ottawa); Ingénieur

K.G. Tan; M.Sc, Ph.D. (Carleton); Chercheur scientifique

Pyrométallurgie

J.M. Skeaff; B.Sc.A., M.Sc.A., Ph.D. (Toronto); Chercheur scientifique

C. Hamer; B.Sc.A. (N.S.T.C.), M.Sc. (Queen's); Ing.; Chercheur scientifique

V.M. McNamara; B.Sc., B.Eng. M.Sc.A. (Toronto); Ing.; Chercheur scientifique

L.J. Wilson; B.Sc. (McMaster); Chercheur en sciences physiques

D. Liang; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Ingénieur

Biotechnologie

R.G.L. McCready; B.Sc., M.Sc. (Alberta), Ph.D. (Calgary); Chercheur scientifique

H.W. Parsons; B.Sc. (Alberta); Chercheur scientifique

A. Jongejan; Géol. Can. Drs. Ph.D. (Amsterdam); Chercheur scientifique

M. Silver; B.Sc., M.Sc. (Manitoba), Ph.D. (Syracuse); Chercheur scientifique

V. Sanmugasunderam; B.Sc. (Ceylan); M.Sc. (Pays de Galles); Ph.D. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

W.D. Gould; B.Sc. (Manitoba), M.Sc., Ph.D. (Alberta); Chercheur scientifique

Lessivage

B.H. Lucas; B.Sc. (Queen's); Ing.; Chercheur scientifique

K.E. Haque, M.Sc., Ph.D. (Ottawa); Chercheur scientifique

D. Shimano; B.Sc. (Concordia); Chercheur en sciences physiques

W. Howell; B.Sc. (Calgary), M.Sc. (Ottawa); Chercheur en sciences physiques

C. Weatherell; B.Sc. (Waterloo); Chimiste

Laboratoire de traitement des minéraux

F.R. Campbell; D. Génie (N.S.T.C.), B.Sc.A., Ph.D. (London); D.I.C. (Imperial College); Gestionnaire

M. Stefanski; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Katowce); Ph.D. (Krakow); Chercheur en sciences physiques

Matériaux de construction

V.M. Malhotra; B.Sc., B.Sc.A. (W. Australia); Chercheur scientifique

H.S. Wilson; B.Sc.A. (Saskatchewan); Chercheur scientifique

B. Nebesar; M.Sc. (McGill); Chercheur scientifique

E. Douglas; B.Sc. (génie chimique) (Argentine); Ph.D. (McGill); Chercheur scientifique

G.G. Carette; B.Sc. (Laval); Ingénieur

Valorisation des minerais

D.M. Doyle; B.Sc.A. (génie minier) (Michigan Tech. Univ.); Chercheur en sciences physiques

Minéraux métalliques

G.I. Mathieu; B.A., B.Sc. (Laval); Chercheur scientifique

A.I. Stemerowicz; B.Sc. (Queen's), Ing.; Chercheur scientifique

D. Laguitton; Ingénieur chimiste (Rennes); D.Sc. (Laval); Chercheur scientifique

K.S. Moon; B.Sc., M.Sc.A. Génie (Seoul National U.); M.Sc., M.Sc.A. Génie (Colombie-Britannique), Ph.D. (Californie); Chercheur scientifique

M. Cristovici; B.Sc.A. Génie (Bucharest); Ing.; Chercheur scientifique

J.H.C. Leung; B.Sc. (Taiwan), M.Sc. (Waterloo); Chercheur en sciences physiques

W.H. Cameron; B.Sc. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

V.G. Reynolds; B.Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

J.M. Lamothe; B.Sc.A. Génie (École polytechnique de Montréal); Ingénieur Chercheur

M. Bilodeau; B.Sc. (Laval); Chercheur en sciences physiques

J. Acta; M.Sc. (UBC); Chercheur en sciences physiques

D. Cimon; B.Sc. M.Sc. (Laval); Chercheur en sciences physiques

D.G. Feasby; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

M. Lavallée; B.Sc.A. Génie Minier (McGill); Chercheur en sciences physiques

V. Sivasunderam; B.Sc. (Srilanka), M.Sc. (Massachusetts); Chercheur en sciences physiques

Minéraux non métalliques

R.K. Collings; B.Sc.A. (N.S.T.C), Ing.; Chercheur scientifique

S.S.B. Wang; B.Sc. (Hong Kong Baptist), M.Sc. (Californie), Ph.D. (Toronto); Chercheur en sciences physiques

P.R.A. Andrews; B.Sc.A. Génie (London), M.Sc.A. (Melbourne); Chercheur scientifique

Minéralogie

P.R. Mainwaring; B.Sc. (Western Ontario), Ph.D. (Toronto); Chercheur scientifique

L.J. Cabri; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill); Chercheur scientifique

J.L. Jambor; B.A., M.Sc., Ph.D. (Carleton); Chercheur scientifique

W. Petruk; B.Sc.A., M.Sc., Ph.D. (McGill); Chercheur scientifique

T.T. Chen; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Cornell); Chercheur scientifique

J.A. Soles; B.Sc.A., M.Sc.A. (Colombie-Britannique), Ph.D. (McGill), Ing.; Chercheur scientifique

J.T. Szymanski; B.Sc., Ph.D. (London); Chercheur scientifique

M.R. Hughson; B.A. (Western Ontario); Chercheur en sciences physiques

A. Bilodeau; B.Sc. (Laval); Ingénieur; Chercheur en sciences physiques

B.A. Cienske; B.[illegible] (Pologne); Chercheur en sciences physiques

J.M.D. Wilson; B.Sc., M.Sc.A. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

K.H. Besso; B.Sc. (Montréal); Chercheur en sciences physiques

Céramiques

K.E. Bell; B.Sc.A. Génie (Saskatchewan), Ing.; Chercheur scientifique

V.V. Mirkovich; Ph.D. (Toronto); Chercheur scientifique

D.H.H. Quon; B.Sc. (National Sun Yat Sen U.), M.Sc. (Ohio State), Ph.D. (Michigan); Chercheur scientifique

T.A.Wheat; Ph.D. (Leeds); Chercheur scientifique

A. Ahmad; B.Sc , M.Sc., Ph.D. (Nouveau-Brunswick); Chercheur scientifique

A.K. Kuriakose; B.Sc., M.A., Ph.D. (Madras, Inde); Chercheur scientifique

J.D. Canaday; M.B.A. (Arizona), B.Sc. (Oklahoma), M.Sc. (Calgary), Ph.D. (Guelph), M.Sc. (Calgary); Chercheur scientifique

Programme national de gestion des résidus d'uranium

R.D. John; B.Sc. (Loughborough); CIMA (London Lambton); Gestionnaire

R. Holmes; B.Sc., M.Sc. (Windsor); Chercheur en sciences physiques

G. Tremblay; B.Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

LABORATOIRES DE RECHERCHE EN MÉTALLURGIE PHYSIQUE

W.H. Erickson; B.Sc., M.Sc. (Mich. Tech.); Ph.D. (Durham), Ing.; Directeur

C.S. Champion; B.Sc. (St-Andrews); PGCE Cambridge; Éditeur technique

Laboratoire de façonnage des métaux

R. Thomson; B.Sc., ARCST, Ph.D. (Glasgow); Gestionnaire

Fonderie

R.K. Buhr; B.Sc.A. génie (McGill), Chef de section

K.G. Davis; B.Sc. (Birmingham), M.Sc.A., Ph.D. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

J.L. Dion; B.Sc.A. (Montréal); Ing.; Chercheur en sciences physiques

R.A. Matte; B.Sc.A. génie (Sherbrooke); Ingénieur

G. Morin; B.Sc.A. (Laval); Ing.; Ingénieur

A.R. Palmer; B.Sc., Ph.D. (London); Ing.; Chercheur scientifique

M. Sahoo; B.Sc., B.E. (I.I.Sc., Bangalore), Ph.D. (UBC); Ing.: Chercheur scientifique

E.I. Szabo; M.Sc., Ph.D. (Nottingham); Chercheur scientifique

R.D. Warda; B.Sc.A. (Colombie-Britannique), Ph.D. (Cambridge); Chercheur scientifique

L.V. Whiting; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill), M.B.A (Ottawa); Chercheur scientifique

Façonnage des métaux

G.E. Ruddle; B.Sc.A., M.Sc. (Waterloo), D.Sc. (Virginie), Ing.; Chercheur scientifique; Gestionnaire Int.

D.L. Baragar; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Queen's); Chercheur scientifique

C. Galvani; B.Sc.A. Génie (Univ. Montréal); Chercheur en sciences physiques

C. Ozsoy; M.Sc., Ph.D. (Univ. Techn. d'Istanbul); Chercheur invité

J.J.M. Too; B.Sc. (Taiwan), M.Sc. (McGill), Ph.D. (Pays de Galles); Chercheur scientifique

Essais non destructifs

V.L. Caron; B.Sc.A. (Laval), M.Sc.A. (Paris); Ing.; Chef de section

G. Landry; B.Sc.A. (Montréal); Chercheur en sciences physiques

D.K. Mak; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto); Chercheur scientifique

J.P. Monchalin; D. Génie (Paris), M.Sc., Ph.D. (M.I.T); Chercheur scientifique

Soudage

J.T. McGrath; B.Sc.A., M.Sc.A., Ph.D. (Toronto); Ing.; Chef de section

J.T. Bowker; B.Met., Ph.D. (Sheffield); Chercheur scientifique

J.E.M. Braid; B.Sc.A. (Waterloo), Ph.D. (Cambridge); Chercheur scientifique

R.S. Chandel; B.Sc.A. (Nagpur), Ph.D. (Birmingham); Chercheur scientifique

L.C. Mallory; B.Sc.A., M.Sc.A. (Waterloo); Échange, Interchange Canada

N.J. Smith; B.Sc. (Calgary), M.Sc.A. génie (Alberta); Chercheur en sciences physiques

Laboratoire de développement des métaux

D.W.G. White; S.M., D.Sc. (M.I.T.); Ing.; Gestionnaire

Sciences de la corrosion

R.W. Revie; B.Sc.A., M.Sc.A., (R.P.I.), Ph.D. (M.I.T.); Chef de section

J.B. Gilmour; B.Sc. (Queen's), Ph.D. (McMaster), Ing.; Chef de section

G.J. Biefer; B.Sc., Ph.D. (McGill); Chercheur scientifique

D.C. Briggs; B.Sc.A., M.Sc.A. (McGill), Ph.D. (Queen's); Chercheur scientifique

R.J. Brigham; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McMaster); Chercheur scientifique

H.M. Hindam; B.Sc. (le Caire), Ph.D. (McMaster); Chercheur scientifique

G.R. Hoey; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto); Chercheur scientifique

A.W. Lui; B.Sc., M.Sc.A., Ph.D. (Windsor); Chercheur scientifique

V.S. Sastri; B.Sc., M.A., Ph.D. (New York); Chercheur scientifique

V. Scepanovic; B.Sc. génie (Belgrade), M.Sc.A. génie, Ph.D. (McMaster); Chercheur scientifique

Génie physique

W.R. Tyson; B.Sc.A. (Toronto), Ph.D. (Cambridge); Chef de section

J. Boutin; B.Sc.A., M.Sc.A. (Montréal); Chercheur en sciences physiques

G. Bhuyan; B.Sc., Ph.D. (Memorial); Chercheur invité

B. Faucher; Ingénieur INSA (Lyon), M.Sc. (Laval), Ph.D. (Ottawa), Ing.; Chercheur scientifique

J. Harbec; B.Sc.A. (McGill); Ing.; Chercheur scientifique

G. Roy; M.Sc. (Univ. de Silésie), Ph.D. (P.A.S.); Chercheur scientifique

O. Vosikovsy; B.Sc.A., Ph.D. (Prague); Chercheur scientifique

K.C. Wang; B.Sc.A., Ph.D. (Rensselaer); Chercheur scientifique

Physique des métaux

W.N. Roberts; M.A., Ph.D. (Leeds); Chef de section

G.J.C. Carpenter; B.Sc., Ph.D. (Pays de Galles); Chercheur scientifique

E.J. Cousineau; B.Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

R. Holt; B.Sc.A. (Toronto); Chercheur scientifique

J.A. Jackman; B.Sc., Ph.D. (Guelph); Chercheur scientifique

J. Ng-Yelim; B.A. (Carleton), B.Sc. (Ottawa); Chercheur en sciences physiques

R.H. Packwood; B.Sc., Ph.D. (Birmingham); Chercheur scientifique

Métallurgie

J.D. Boyd; B.Sc.A. (Toronto), Ph.D. (Cambridge); Chef de section

L.E. Collins; B.Sc., M.Sc. (Queen's), Ph.D. (M.I.T.); Chercheur scientifique

A. Couture; B.A., B.Sc.A. (Laval), Ing.; Chercheur scientifique

B. Dogan; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Manchester); Chercheur invité

B.A. Euser; B.Sc. (Toronto); Chercheur en sciences physiques

D.M. Fegredo; B.Sc., M.Sc., Dipl., I.I.Sc., Ph.D. (Sheffield), M.I.M.; Chercheur scientifique

R.F. Knight; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

T.F. Malis; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Manitoba); Chercheur scientifique

D.E. Parsons; B.Sc.A. (Toronto); Ing.; Chercheur scientifique

M. Sahoo; B.Sc., B.Sc.A. (I.I.Sc., Bangalore), Ph.D. (Colombie-Britannique), Ing.; Chercheur scientifique

M.T. Shehata; B.Sc.A. (le Caire), Ph.D. (McMaster); Chercheur scientifique

Z.S. Wronski; M.Sc. (Warsaw), D.Sc. (Warsaw) Univ. Tech.; Chercheur scientifique

LABORATOIRES DE RECHERCHE SUR LE CHARBON

T.D. Brown; B.Sc. (Durham), Ph.D. (Sheffield); Ing. civil; Directeur

Recherche sur l'exploitation du charbon

D.B. Stewart; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Ing.; Gestionnaire

Laboratoire de recherche sur le charbon: Cap-Breton

G.A. Haslett; B.Sc. (Durham), Génie chimique; Ing.; Chef de groupe

Mécanique des strates

P.R.M. Cain; B.Sc. Ph.D. (Cardiff); Chercheur scientifique

T.R.C. Aston; B.Sc. (Cardiff), Ph.D. (Nottingham); Chercheur scientifique

Environnement des mines de charbon

J.C.Y. Hwang; B.Sc. (Taiwan), M.Sc. (Central), M.Sc. (McGill), Ph.D. (McGill); Chercheur scientifique

B.W. Konda; B.Sc.A. (Uyderabad) Ph.D. (Nottingham); Ing.; Chercheur en sciences physiques

D.J. Kennedy; B.Sc. (Windsor); Chercheur en sciences physiques

G.W. Klinowski; M.Sc. (Silesian Tech.); Ingénieur

Études sur le charbon

G.W. Bonnell; B.Sc. (Dalhousie); Chimiste

Laboratoire d'exploitation à ciel ouvert

Génie géotechnique

B.M. Das; B.Sc., A.I.S.M. (Indian School of Mines); Ph.D. (Université technique des mines, Ostrava, Tchéchoslavaquie), Ing.; Chercheur scientifique

A.W. Stokes; B.Sc. Ph.D. (Nottingham); Chercheur scientifique

Lutte contre la pollution

R.N. Chakravorty; B. génie chimique (Jadavpur), Ph.D. (Nottingham); Chercheur scientifique

N.J. Stuart; B.Sc., Ph.D. (Nottingham); Chercheur scientifique

R.J. Kolada; B.Sc., Ph.D. (Nottingham); Chercheur scientifique

J. Szymanski; M.Sc., Ph.D. (Wrocklaw); Chercheur scientifique

V. Srajer; M.Sc. (Univ. Sc. Appl., Kosice); Ing.; Ingénieur

Évaluation des réserves

A.S. Romaniuk; B.Sc. (Queen's), Ing.; Chercheur en sciences physiques

Technologie de pointe

R.K. Singhal; B.Sc., (Nottingham), Ph.D. (Newcastle-on-Tyne), Génie chimique; Ing.; Chercheur en sciences physiques

H.G. Naidu; B.Sc., A.I.S.M. (India School of Mines), Ing.; Ingénieur

Laboratoire de recherche sur les combustibles

H.A. Hamza; B.Sc. (le Caire); Ph.D. (Newcastle-on-Tyne); Gestionnaire

N.E. Anderson; B.Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

Carbonisation

A.B. Fung; B.Sc. (Waterloo); Ing.; Ingénieur

R. Zrobok; B.Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

Combustibles fossiles et applications

W.H. Michaelian; B.Sc. (Californie); Ph.D. (Simon Fraser); Chercheur scientifique

D. Axelson; B.Sc., Ph.D. (Toronto); Chercheur scientifique

C.W. Angle; B.Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

R. Mikula; B.Sc. (Saskatchewan), Ph.D. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

S. Twa; B.Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur en sciences physiques.

Y. Thériault; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Alberta); Chercheur scientifique

X. Shu; Ph.D. (Imperial College); PDF

Contrôle des procédés et applications sur ordinateur

J.L. Picard; B.Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

N.A. Mansour; B.Sc. (Ain Shams), B.Sc. (Alberta), Ph.D. (Alberta); Chercheur scientifique

W. Friesen; B.Sc. (Brock), Ph.D. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

A.W.F. Mo; B.Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques.

R. Ansari; Ph.D. (Western Ontario); PDF

Enrichissement du charbon (usine-pilote)

M.W. Mikhail; B.Sc. (Assuit), M.Sc. (Alberta); Ing.; Ingénieur

A. Salama; B.Sc. (Alexandrie), Ph.D. (Alberta); Chercheur scientifique

I.S. Parsons; B.Sc. (Western Ontario); Chercheur en sciences physiques

Démonstrations techniques et sur le terrain

K. Hashmi; B.Sc. (Alberta), Ing.; Ingénieur

Z. Potoczny; B.Sc., M.Sc. (Toronto); Ingénieur

ANNEXE B

REPRÉSENTATION DE CANMET AUX COMITÉS TECHNIQUES 1986-1987

REPRÉSENTATION DE CANMET AUX COMITÉS TECHNIQUES 1986-1987

INTERNATIONAUX

ASSOCIATION POUR L'ASSAINISSEMENT DE L'AIR (A.A.A.)	
A.A.A. TS-2.3, Combustion dans le secteur résidentiel (président)	A.C.S. Hayden (LRE)
A.A.A. TS-2.2, Combustion dans le secteur industriel (secrétaire)	A.C.S. Hayden (LRE)
A.A.A. Chapitre d'Ottawa (secrétaire)	S.W. Lee (LRE)
A.A.A. Section de l'exécutif au Québec (ancien président)	R.J. Lafleur (LRE)
Pollution de l'air (membre)	R. Prokopuk (LRE)
BRITISH FLAME RESEARCH COMMITTEE (membre)	G.K. Lee (LRE)
ACCORD COOPÉRATIF SUR LE PIPELINE DE BOUILLIE DE CHARBON AVEC L'ALLEMAGNE DE L'OUEST	
(coordinateur)	T.D. Brown (LRC)
(personne contact et chef de projet)	M. Mikhail (LRC)
PROGRAMME CANADA-JAPON SUR LA LIQUÉFACTION DU CHARBON	
(coordinateur canadien)	D.A. Reeve (LRE)
Groupe de travail (membre)	M. Ikura (LRE)
SOUS-COMITÉ CANADIEN DE LA COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE, COMITÉ TECHNIQUE 31	
Appareil électrique pour milieux déflagrants (président)	J.A. Bossert (LRM)
Sous-comité 31A (membre)	G. Lobay (LRM)
Sous-comité 31 (membre)	K.J. Mintz (LRM)
COMPUTERS AND MINING	
Rédacteur	R.K. Singhal (LRC)
EXTRACTIVE AND PROCESS METALLURGY	
Membre du comité de rédaction	G.M. Ritcey (LSM)
HUITIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES PRESSIONS DE TERRAIN – COMITÉ ORGANISATEUR	
(Représentant canadien)	D.B. Stewart (LRC)
TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES	
Comité consultatif de rédaction	H.A. Hamza (LRC)
COMBUSTIBLE (LONDRES) (RÉDACTEUR RÉGIONAL DE L'EST)	
Comité de rédaction international (rédacteur canadien)	A.E. George (LRE)

EXPLICATION DES ABRÉVIATIONS:

BDG	Bureau du directeur général	LRE	Laboratoires de recherche sur l'énergie
LRC	Laboratoires de recherche sur le charbon	BPR	Bureau des programmes de recherche
LRM	Laboratoires de recherche minière	LSM	Laboratoires des sciences minérales
LRMP	Laboratoires de recherche en métallurgie physique	DIT	Division de l'information technologique
PNGRU	Programme national de recherche sur les résidus d'uranium	BTT	Bureau de transfert de la technologie

HYDROMETALLURGY	
Rédacteur	G.M. Ritcey (LSM)
Membre du conseil de rédaction	J.E. Dutrizac (LSM)
	D.J. Mackinnon (LSM)
	R.G.L. McCready (LSM)
INSTITUTION OF MINING AND METALLURGY (R.-U.)	
Comité de rédaction sur l'industrie de l'exploitation minière	R.K. Singhal (LRC)
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF COMPUTATIONAL MECHANICS	
(membre)	J.J.M. Too (LRMP)
AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE	
Comité d'experts-conseils sur l'exploitation de l'uranium	M.C. Campbell (LMS)
Tech. d'analyse au cours de l'exploitation de l'uranium, Dév. et traitement du minerai (expert-conseil)	J.L. Dalton (LSM)
COMITÉ INTERNATIONAL SUR LA MINÉRALOGIE APPLIQUÉE DANS L'INDUSTRIE DES MINÉRAUX	
(Représentant canadien)	W. Petruk (LSM)
(Agent de liaison)	W. Petruk (LSM)
INTERNATIONAL CONFERENCE ON SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY	
Comité international (membre)	G.M. Ritcey (LSM)
(président de la 2e Conférence)	G.M. Ritcey (LSM)
SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT	
Membre du Comité consultatif	R.D. John (LSM)
COMITÉ INTERNATIONAL SUR LA PÉTROGRAPHIE DU CHARBON	
Pétrographie (membre actif)	B.N. Nandi (LRE)
Pétrographie des sédiments organiques (membre)	B.N. Nandi (LRE)
Sous-comité sur l'application industrielle de la pétrographie du charbon (membre)	B.N. Nandi (LRE)
COMITÉ INTERNATIONAL SUR LA RECHERCHE CHARBONNIÈRE	
(membre)	D.A. Reeve (LRE)
INTERNATIONAL COMMITTEE ON FUELS AND LUBRICANTS	
(membre)	S. Coulombe (LRE)
INTERNATIONAL CONFERENCE ON: SOLUTE DEFECT INTERACTIONS: THEORY AND EXPERIMENTATION	
Comité organisateur (membre)	J.D. Boyd (LRMP)
CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA RÉSISTANCE DES MÉTAUX ET DES ALLIAGES (ICSMA-7)	
Comité organisateur (membre)	G.E. Ruddle (LRMP)
CONGRÈS INTERNATIONAL DE CATALYSE (1988)	
Comité des publications et de la publicité (président)	M. Ternan (LRE)
(membre)	J. Monnier (LRE)
Comité du programme technique (membre)	J.F. Kriz (LRE)
(membre)	J.R. Brown (LRE)
(membre)	C.W. Fairbridge (BPR)
11ème CONGRÈS INTERNATIONAL SUR L'OPTIQUE AUX RAYONS X ET LA MICROANALYSE	
Programme (président)	R.H. Packwood (LRMP)
Comité du Programme (président)	G. Carpenter (LRMP)

INTERNATIONAL DISTRICT HEATING AND COOLING ASSOCIATION
Comité international (président) ..... M. Wiggin (LRE)

COMMISSION ÉLECTRONIQUE INTERNATIONALE
Sous-comité 31A
Enveloppes antidéflagrantes (président) ..... J.A. Bossert (LRM)

AGENCE INTERNATIONALE SUR L'ÉNERGIE
Groupe de travail sur les combustibles fossiles (membre) ..... D.A. Reeve (LRE)
Comité directeur sur la recherche sur le charbon (membre) ..... D.A. Reeve (LRE)
Mise en oeuvre de l'accord sur les mélanges de charbon liquide (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Accord sur la combustion en lit fluidisé à pression atmosphérique (membre) ..... F.D. Friedrich (LRE)
(membre) ..... E.J. Anthony (LRE)
Accord sur la combustion du charbon pauvre NO_x provenant du charbon pulvérisé (Représentant canadien au Comité exécutif) ..... G.K. Lee (LRE)
Mise en application de l'accord sur les sciences de la combustion du charbon (Représentant canadien au Comité exécutif et représentant canadien au Comité technique) ..... G.K. Lee (LRE)
(membre) ..... H. Whaley (LRE)
(membre) ..... P.M.J. Hughes (LRE)
Comité organisateur – Conférence internationale sur les sciences du charbon (membre) ..... J.T. Price (LRE)
Mise en application de l'accord sur le chauffage des districts (membre) ..... M. Wiggin (LRE)
Mise en application de l'accord sur les pompes à chaleur perfectionnées (membre) ..... M. Wiggin (LRE)
Programme de R-D et de la production d'hydrogène à partir de l'eau (représentant canadien) ..... S.M. Ahmed (LSM)

INTERNATIONAL FLAME RESEARCH FOUNDATION
Comité sur l'aérodynamique (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Comité sur la chimie de la flamme (membre) ..... E.J. Anthony (LRE)
Comité conjoint (membre) ..... G.K. Lee (LRE)
Comité sur le charbon pulvérisé (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Comité sur le pétrole et le gaz (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)

INSTITUT INTERNATIONAL DE LA SOUDURE
Conseil canadien (président) ..... J.T. McGrath (LRMP)
Commission X, contrainte résiduelle, rupture libérant les contraintes (membre) ..... J.E.M. Braid (LRMP)
Commission XIII, comité du contrôle de la fatigue (membre) ..... O. Vosikovsky (LRMP)

INTERNATIONAL JOURNAL OF MINE WATER
Rédacteur canadien ..... T.R.C. Aston (LRC)

INTERNATIONAL JOURNAL OF SURFACE MINING
Rédacteur ..... R.K. Singhal (LRC)
Comité consultatif de rédaction (membre) ..... J. Beshai (DIT)

INTERNATIONAL JOURNAL OF PRESSURE VESSEL AND PIPING
Conseil de rédaction (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)

INTERNATIONAL JOURNAL OF THERMOPHYSICS
Conseil de rédaction (membre) ..... V.V. Mirkovich (LSM)

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (ISO)

ISO/TC-27, Comité canadien sur les combustibles minéraux solides (président)	L. Janke (LRE)
ISO/TC-27/SCI (président)	H.A. Hamza (LRC)
ISO/TC-27/SC-2, Houilles brunes et lignites (secrétaire)	L. Janke (LRE)
(membre)	R. Prokopuk (LRE)
ISO/TC-27/SC-2/WG-15, Abrasion du charbon (membre)	R. Prokopuk (LRE)
ISO/TC-27/SC-3, Coke (membre)	J.F. Gransden (LRE)
ISO/TC-27/WG-12, Plasticité (membre)	T.A. Lloyd (LRE)
ISO/TC-102/SC-3, Essais physiques du minerai de fer (président)	J.T. Price (LRE)
ISO/TC-109, Brûleurs domestiques à mazout (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
ISO/TC-146/SC-1, Qualité de l'air – sources stationnaires d'émission (membre)	H. Whaley (LRE)
ISO/TC-26/SC-1, Cuivre et alliages de cuivre (membre)	D.J. Barkley (LSM)
ISO/TC-17/SC-1, Analyse de l'acier et de la fonte (membres)	D.J. Barkley (LSM)
	R.G. Sabourin (LSM)
ISO/TC-33, Matériaux réfractaires (membre)	K.E. Bell (LSM)
ISO/TC-175, Fluorite (membre)	T.T. Chen (LSM)
ISO/TC-183, Minerais de cuivre, plomb et zinc et concentrés (membres)	J.A. Graham (LSM)
	R. Sutarno (LSM)
ISO/TC-102, Minerais de fer (président)	G.W. Riley (LSM)
(membre)	J.C. Hole (LSM)
(membre)	R. Sutarno (LSM)
(membre)	J.M.D. Wilson (LSM)
ISO/TC-146/147/SC-3, WGI, Détection de la fibre d'amiante dans l'air (membre)	P.R. Mainwaring (LSM)
ISO/TC-71, Béton (président)	V.M. Malhotra (LSM)
ISO/TC-56, Mica (président)	G.W. Riley (LSM)
ISO/TC-24, Criblage, tamis et autres méthodes granulométriques (membre)	J.M.D. Wilson (LSM)
ISO/TC-102/SC-5 Minerais de fer (membre)	J.M.D. Wilson (LSM)
ISO/TC-102/SC-3 Minerais de fer (membre)	J.M.D. Wilson (LSM)
ISO/REMCO, Matériaux de référence (président)	H.F. Steger (LSM)
(membre)	R. Sutarno (LSM)
ISO/REMCO, Matériaux de référence (membre)	C.W. Smith (LSM)
ISO/TC-102/SC-1, Sous-comité de l'échantillonnage (président)	R. Sutarno (LSM)
ISO/TC-102/SC-2-WG-12, Sous-comité de l'analyse chimique, Groupes de travail sur l'évaluation des données statistiques (convocateur)	R. Sutarno (LSM)
ISO/TC-102/SC-2, Groupe de travail sur les matériaux de référence – Minerais de fer (représentant canadien)	R. Sutarno (LSM)
ISO/TC-69, Application des méthodes statistiques (membre)	R. Sutarno (LSM)
ISO/TC-69-SC-3, Application des méthodes statistiques à l'homologation (président)	R. Sutarno (LSM)
ISO/TC-69-SC-6, Application des données sur la précision (président)	R. Sutarno (LSM)
ISO/TC-183/WG-10, Évaluation statistique des programmes d'essai (Convocateur)	R. Sutarno (LSM)
ISO/SC-11, Moulages d'acier (membre)	V.L. Caron (LRMP)
ISO/TC-17/SC-16, Acier pour l'armature et les précontraintes du béton (membre)	R.J. Brigham (LRMP)
ISO/TC-25, Fonte (membre)	R.K. Buhr (LRMP)

ISO/TC-135/SC-7, Homologation personnelle des END	
(secrétaire)	V.L. Caron (LRMP)
ISO/TC-164, Essais mécaniques des métaux (membres)	A.F. Crawley (LRMP)
	O. Vosikovsky (LRMP)
ASSOCIATION INTERNATIONALE MINÉRALOGIQUE	
Commission sur la minéralogie appliquée (membre)	W. Petruk (LSM)
Sous-comité sur les méthodes d'analyse (rapporteur)	L.J. Cabri (LSM)
Commission sur la microscopie des minerais	
(représentant canadien)	L.J. Cabri (LSM)
Comité sur les sulfo-sels (membre)	T.T. Chen (LSM)
INTERNATIONAL SOLVENT EXTRACTION TECHNOLOGY COMMITTEE	
(membre)	W. Petruk (LSM)
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE INTERNATIONAL	
MINERAL PROCESSING CONGRESS	
(membre)	L.L. Sirois (LSM)
SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE MÉCANIQUE DES ROCHES	
Commission sur l'histoire de cas	D. Hedley (LRM)
Commission sur les essais de la rigidité des fractures	
des roches	G. Swan (LRM)
INTERNATIONAL SOCIETY FOR CHEMICAL REACTION ENGINEERING	
Canadian International Symposium on Chemical Reactor	
Eng. (1980) Comité organisateur (membre)	J.F. Kelly (LRE)
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION, COMITÉ CONSULTATIF CANADIEN	
Comité sur l'homologation – (membre du CCA)	J.A. Bossert (LRM)
Comité technique 41/sous-comité 3, Courroies de trans-	
port (membre)	K.J. Mintz (LRM)
Comité technique 146 – Qualité de l'air et groupes	
de travail, SiO_2 et fibres inorganiques (membre)	G. Knight (LRM)
1986 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON IRON CONTROL IN HYDROMETALLURGY	
(co-président)	J.E. Dutrizac (LSM)
(président publicité)	D.J. MacKinnon (LSM)
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ACCELERATED COOLING OF ROLLED STEEL	
Comité organisateur (co-président)	A.F. Crawley (BPR)
(co-président)	G.E. Ruddle (LRMP)
(membre)	J.D. Boyd (LRMP)
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTER MODELLING OF FABRICATION PROCESSUS AND CONSTITUTIVE BEHAVIOUR OF METALS	
Comité organisateur (président)	J.J.M. Too (LRMP)
(membres)	A.F. Crawley (LRMP)
	G. Roy (LRMP)
INTERNATIONAL THERMAL CONDUCTIVITY	
(directeur de conférence)	V.V. Mirkovich (LSM)
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GEOTECHNICAL STABILITY IN SURFACE MINING	
Comité organisateur (président)	R.K. Singhal (LRC)
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CONTINUOUS SURFACE MINING	
Comité organisateur (membre)	R.K. Sinhal (LRC)
ASSOCIATION INTERNATIONALE DES TRAVAUX EN SOUTERRAIN	
Association canadienne des travaux en souterrain	J. Udd (LRM)

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY	
Commission I.6 Chimie colloïdale et de surface y compris la catalyse (membre)	C.W. Fairbridge (BPR)
NUCLEAR ENERGY AGENCY	
International Intercalibration and Intercomparison Program for Radon, Thoron, and their Daughters (membre)	J. Bigu (LRM)
Probalistic Systems Assessment Code Users Group	R.W. Holmes (LSM)
International Group of Experts on Methodology and Monitoring of Randon, Thoron, and their Daughters (expert-conseil)	M.G. Townsend (LSM)
ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (OCDE)	
Groupe international d'experts sur les substances instables (GUSI) (représentant national)	R.R. Vandebeek (LRM)
JOINT CANADA/U.S.A. COOPERATIVE RESEARCH PROJECT ON WIRE ROPE AND HOISTING TECHNOLOGY	
Comité consultatif (member)	V.L. Caron (LRMP)
JOURNAL OF ECONOMIC GEOLOGY	
3e édition spéciale – platine (membre)	J.L. Cabri (LMS)
JOURNAL OF SEPARATION PROCESS TECHNOLOGY	
Comité de rédaction (membre)	G.M. Ritcey (LSM)
NATIONAL SYMPOSIUM ON SURFACE MINING, HYDROLOGY, SEDIMENTOLOGY, U.S.A.	
Comité du programme technique (membre)	R.K. Sinhal (LRC)
ORGANISATION DU TRAITÉ DE L'ATLANTIQUE NORD (OTAN)	
OTAN, Institut d'études avancées sur la conception et la technique des réacteurs chimiques, London, Ontario (1985)	
Comité consultatif organisateur (membre)	M. Ternan (LRE)
Comité interministériel, comité de la politique scientifique et technologique (représentant du Ministère)	V.L. Caron (LRMP)
PRESSURE VESSEL RESEARCH COUNCIL	
(membre)	R.S. Chandel (LRMP)
SCRIPTA METALLURGICA (rédacteur associé)	W.R. Tyson (LRMP)
SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE USE OF FLY ASH, SLAG AND SILICA FUME MADRID 1986	
(membre)	G.G. Carette (LSM)
Comité sur les END du béton (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
Secrétaire du comité organisateur, Trésorier (membre)	H.S. Wilson (LSM)
PROTOCOLE D'ENTENTE SUÈDE/CANADA SUR LA TECHNIQUE DE CONSERVATION DE L'ÉNERGIE	
Coordination, Chaleur par district	M. Wiggin (LRE)
SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT	
Comité consultatif (membre)	R.D. John (LSM)
SCIENCE AND TECHNOLOGY OF TRIBUTYL PHOSPHATE	
Comité de réaction (membre)	G.M. Ritcey (LSM)
TENTH INTERNATIONAL COAL PREPARATION CONGRESS (1986)	
Comité directeur (membre)	T.D. Brown (LRE)

Comité sur les langues étrangères (président)	A.S. Romaniuk (LRC)
Comité du programme technique (président)	M.W. Mikhail (LRC)
Comité organisateur (membres)	M.J. Stefanski (LMS)
	L.L. Sirois (LMS)
TWENTY-SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE OF SAFETY IN MINES RESEARCH INSTITUTES	
Représentant canadien	D.B. Stewart (LRC)
U.S./CANADA INTERAGENCY WOOD COMBUSTION	
Groupe de recherche (membre)	A.C.S. Hayden (LRC)
U.S./CANADA MEMORANDUM OF UNDERSTANDING FOR COOPERATION ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN TAR SANDS (OIL SANDS) AND HEAVY OIL	
Comité directeur (président canadien)	D.A. Reeve (LRE)
(secrétaire canadien)	A.E. George
(membre canadien)	H. Sawatzky
Annexe I – Comité technique (membres)	H. Sawatzky
	R. Lafleur
U.S./CANADA MEMORANDUM OF UNDERSTANDING FOR COOPERATION ON ENERGY R-D	
Comité de gestion (membre)	D.A. Reeve (LRE)
NATIONS UNIES	
Groupe d'experts sur les explosifs (délégué)	R.R. Vandebeek (LRM)
RÉPERTOIRE INTERNATIONAL DE SOURCES INFOTERRA DES NATIONS UNIES	
(Expert en écologie, membre)	R. Prokopuk (LRE)
VERSAILLES PROJECT ON ADVANCED MATERIALS AND STANDARDS	
(membre)	J.T. McGrath (LRMP)
WOOD HEATING ALLIANCE	
Comité technique (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Analyses des émissions (membre)	R.W. Braaten (LRE)
MATÉRIEL D'EXPLOITATION DES MINES MONDIALES	
Comité de rédaction	R.K. Singhal (LRC)

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AMERICAN CERAMIC SOCIETY	
Division scientifique (membres)	A. Ahmad (LSM)
	A.K. Kuriakose (LMS)
AMERICAN CONCRETE INSTITUTE	
Comité des activités techniques (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
Comité 114 ACI sur les besoins en recherche sur le béton (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
Comité 226 du ACI/Sous-comité sur les vapeurs siliceuses (président)	V.M. Malhotra (LSM)
Conseil de recherche malaisien (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
Comité des publications (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
Comité technique (214, 226, 228 et 568) (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
AMERICAN DEEP DRAWING RESEARCH GROUP (membre)	A.F. Crawley (LRMP)
AMERICAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY	
Division du laiton et du bronze, comité des programmes et des communications (président)	M. Sahoo (LRMP)
Comité exécutif (vice-président)	M. Sahoo (LRMP)

Comité de recherches (membre)	M. Sahoo (LRMP)
Sous-comité zinc-aluminium (vice-président)	M. Sahoo (LRMP)
Comité permanent sur les moules (membre)	M. Sahoo (LRMP)
Division du fer maléable, comité de recherche (président)	R.K. Buhr (LRMP)
Comité de transfert technologique (membre)	R.K. Buhr (LRMP)
(président)	M. Sahoo (LRMP)
Comité technique (membre)	M. Sahoo (LRMP)
AMERICAN INSTITUTE OF MINING, METALLURGICAL AND PETROLEUM ENGINEERS	
Comité des publications (membre)	J.E. Dutrizac (LSM)
Comité sur le plomb, le zinc et l'étain (membre)	J.E. Dutrizac (LSM)
Minéralogie appliquée (membres)	P.R. Mainwaring (LSM)
	J.A. Soles (LMS)
Méthodologie, Minéralogie appliquée (président)	W. Petruk (LSM)
AMERICAN SOCIETY FOR METALS	
Comité canadien du l'ASM (trésorier)	R.W. Revie (LRMP)
Comité de la division technique (membre)	W.H. Erickson (LRMP)
Comité de la planification du Congrès international sur les matériaux 1988 (membre)	W.H. Erickson (LRMP)
Comité international d'étude des métaux (membre)	W.R. Tyson (LRMP)
Section locale de la vallée de l'Outaouais	
(président)	J.T. McGrath (LRMP)
(vice-président)	M. Sahoo (LRMP)
(secrétaire-trésorier)	J.T. Bowker (LRMP)
(secrétaire trésorier-adjoint)	B. Faucher (LRMP)
(président éducation)	J.E.M. Baird (LRMP)
(membre du comité exécutif)	R. Bouchard (LRMP)
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)	
D-2, Produits du pétrole et lubrifiants (membre)	R.J. Lafleur (LRE)
D-5, Comité d'adhésion (secrétaire)	L. Janke (LRE)
Comité exécutif (membre)	L. Janke (LRE)
Comité (membre)	M.D. Farrell (LRE)
D-5, Charbon, Coke et Combustibles gazeux (membre)	R. Prokopuk (LRE)
D-32, Catalyse (membres)	C. Fairbridge (LRE)
	S.H. Ng (LRE)
D-34, Élimination des déchets (membre)	E.J. Anthony (LRE)
D-38, Comité sur l'utilisation des résidus (membre)	E.J. Anthony (LRE)
D-22, Comité sur la surveillance et l'évaluation de l'environnement (membre)	R. Prokopuk (LRE)
D-5-07, Propriétés physiques du charbon (membre)	T.A. Lloyd (LRE)
D-5-22, Essais physiques du coke (membre)	T.A. Lloyd (LRE)
D-5-28, Analyse pétrographique du charbon (membres)	B.N. Nandi (LRE)
	J.C. Jorgensen (LRE)
E-42 Spectroscopie de surface (membre)	J.R. Brown (LRE)
Comité des normes	L. Janke (LRE)
Mesure du rendement des poêles à bois (membre)	R.W. Braaten (LRE)
E-9, Fatigue (membre)	O. Vosikovsky (LRMP)
E-24, Essais de rupture des métaux (membres)	W.R. Tyson (LRMP)
	K.C. Wang (LRMP)
	O. Vosikovsky (LRMP)
E-24-01, Méthodes d'essais (membre)	W.R. Tyson (LRMP)
E-24-02, Fractographie (membre)	W.R. Tyson (LRMP)
E-24-03, Méthodes alternatives d'essais de rupture (membre)	K.C. Wang (LRMP)

E-24-04-05, Groupe de travail sur les Essais sur le taux de croissance des fissures de fatigue en milieu aqueux (membre)	O. Vosikovsky (LRMP)
E-24-06, Application (membre)	W.R. Tyson (LRMP)
E-24-08, Essais de rupture élastique-plastique (membres)	K.C. Wang (LRMP)
	W.R. Tyson (LRMP)
E-28, Essais mécaniques (membre)	K.C. Wang (LRMP)
E-02, Spectroscopie d'émission (membre)	R.E. Horton (LSM)
Groupe de travail sur le chevauchement des raies en spectrométrie des rayons X (chef)	R.E. Horton (LSM)
C-09, Béton (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
C-09-02-05, Sous-comité sur les essais non destructifs du béton (président)	V.M. Malhotra (LSM)
E-16, Échantillonnage et analyse des minerais métallifères (membre)	R. Sutarno (LSM)
Performance thermodynamique des appareils pour matières premières solides (membre)	R.W. Braaten (LRE)
Groupe de travail sur l'échantillonnage	R. Sutarno (LSM)
AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS	
Comité général de la Division de la lutte contre la pollution atmosphérique (membre)	H. Whaley (LRE)
Comité de recherche sur la technologie de la combustion et des combustibles (membre)	G.K. Lee (LRE)
Comité de recherche sur la corrosion et les dépôts dûs aux gaz de combustion (membre)	G.K. Lee (LRE)
Comité des honneurs et des prix, étude des mémoires, Division des combustibles (membre)	H. Whaley (LRE)
Division de la lutte contre la pollution atmosphérique, Comité d'étude des mémoires (membre)	H. Whaley (LRE)
Comité d'organisation de l'American Power Conference (membre)	H. Whaley (LRE)
Comité des prix Percy Nicholls (membre)	G.K. Lee (LRE)
AMERICAN WELDING JOURNAL	
Comité de révision des publications (membres)	J.T. McGrath (LRMP)
	R.S. Chandel (LRMP)
INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA	
Comité SP-12, Instruments destinés aux emplacements dangereux (membre)	J.A. Bossert (LRM)
COMITÉ DE PLANIFICATION EN COLLABORATION POUR LA R-D SUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DIESEL (REPRÉSENTANT DE CANMET)	E.D. Dainty (LRM)
JOURNAL OF MATERIALS FOR ENERGY SYSTEMS MANUSCRIPT	
Review Board (membre)	R.W. Revie (LRMP)
METALS PROPERTIES COUNCIL INC.	
Sous-Comité Matériaux destinés à la conversion des combustibles fossiles et leur utilisation (membre)	J.B. Gilmour (LRMP)
NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS	
Groupe de travail T-1F-9, Norme pour évaluer les matières métalliques des produits acides (membre)	R.W. Revie (LRMP)
Groupe de travail T-1F-20, Fissuration étagée des aciers à pipeline (membre)	R.W. Revie (LRMP)
Comité sectoriel T-1F, Métallurgie du matériel d'exploitation des champs pétrolifères (membre)	R.W. Revie (LRMP)
Comité sectoriel T-1K, Contrôle de la corrosion dans la production pétrolière (membre)	R.W. Revie (LRMP)

Comité sectoriel T-2F, Matériaux pour la combustion du charbon et leur conversion (membre)	J.B. Gilmour (LRMP)
Comité sectoriel T-3L, Techniques électrochimiques et électriques servant à la mesure et au contrôle de la corrosion (membre)	R.W. Revie (LRMP)
Comité sectoriel T-10, Contrôle de la corrosion souterraine (membre)	R.W. Revie (LRMP)
Comité sectoriel T-3, Science et Technologie de la corrosion (membre)	R.W. Revie (LRMP)
NATIONAL ENGINEERING FOUNDATION	
Fuels for Tomorrow Conference, Comité d'organisation (membre)	G.K. Lee (LRE)
Fouling and Slagging from Full Impurities Conference, Comité organisateur (membre)	G.K. Lee (LRE)
NATIONAL RESEARCH COUNCIL USA	
Transportation Research Board	
Comité A2 E03, Propriétés mécaniques du béton (président)	W.M. Malhotra (LSM)
UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY	
CLM Standard and Practices Committee (membre)	H. Whaley (LRE)
CLM Combustion Subcommittee (président)	H. Whaley (LRE)

CANADA: GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

BIOMINET (président)	M.C. Campbell (LSM)
(secrétaire)	R.G.L. McCready (LSM)
ENTENTE SUR L'EXPLOITATION MINÉRALE	
Sous-comité technique de la technolgie minière et minérale (président)	M. Stefanski (LMS)
COMITÉ DES FORCES ARMÉES CANADIENNES POUR LA PRÉVENTION DE LA CORROSION	
Sous-comité d'Ottawa (membre)	R.W. Revie (LRMP)
OFFICE DES NORMES GÉNÉRALES DU CANADA	
Comité sur l'identification du personnel END (membre)	V.L. Caron (LRMP)
48-GP, Essais non destructifs, radiographie, inspection des particules magnétiques par ultrasons, méthode des pénétrants liquides, techniques actuelles Eddy (membre)	V.L. Caron (LRMP)
3-GP, Sous-comité des méthodes d'analyse du pétrole (membre)	M.F. Wilson (LRE)
Comité sur les combustibles moyens distillés (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Sous-comité sur les combustibles à chauffage (président)	A.C.S. Hayden (LRE)
Comité sur l'essence et d'autres carburants d'automobile (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Comité sur les produits pétroliers (membre)	R.J. Lafleur (LRE)
Comité sur les méthodes d'essai (membre)	R.J. Lafleur (LRE)
Comité sur l'identification des cylindres pour gaz médicaux, pipelines et soupape de vidanges (membre)	L.P. Mysak (LRE)
Comité sur les manomètres (membre)	L.P. Mysak (LRE)
Comité GP-34, Produits à base d'aminate-ciment (membre)	E. Douglas (LSM)

OFFICE DES NORMES GÉNÉRALES DU CANADA (ONGC)	
Comité sur les combustibles diesel du sous-comité de l'ONGC sur les distillats moyens (membre)	J.P. Morgan (LRM)
CANMET	
Sous-comité des matériaux de CANMET/PETROCAN (membre)	J.T. McGrath (LRMP)
Comité sur l'amélioration du milieu (membre)	R.K. Buhr (LRMP)
Comité sur l'informatique (membres)	D.W.G. White (LRMP)
	J.J.M. Too (LRMP)
Groupe de travail du LRMP-CANMET de la métallurgie sur l'hydrocraquage à PETROCAN (membres)	R.S. Chandel (LRMP)
	V.L. Caron (LRMP)
	R.W. Revie (LRMP)
LRMP/Industry Steering Committee on Weld Overlay Surfacing (président)	J.T. McGrath (LRMP)
Programme 6.5, Comité sur la R-D pour les matériaux servant dans les structures offshore (président)	M. Sahoo (LRMP)
Comité des acquisitions de CANMET EDP (membre)	M.C. Campbell (LSM)
Comité CAD (membres)	B.A. Euser (LRMP)
	R. Sutarno (LSM)
CANMET – HYDROCRAQUAGE	
Comité de liaison (président)	J.M. Denis (LRE)
Comité des brevets et des publications (membre)	J.M. Denis (LRE)
Coordination des brevets (représentant)	D.J. Patmore (LRE)
Comité de CANMET sur la politique du cotraitement (membre)	J.F. Kelly (LRE)
ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES CANADA	
Alberta/Canada Energy Resources Research Fund Waste Heat Recovery R-D; sous-programme (membre)	M. Wiggin (LRE)
Accord Canada-Nouveau Brunswick sur la combustion du charbon et des schistes pétroliers	
Comité de gestion (membre)	G.K. Lee (LRE)
Comité technique (président)	F.D. Friedrich (LRE)
(membre)	V.V. Razbin (LRE)
Accord Canada/Saskatchewan sur le pétrole lourd et les combustibles Comité de gestion (membre)	D.A. Reeve (LRE)
Comité technique (membres)	M.F. Wilson (LRE)
	A.E. George (LRE)
Accord Canada/Nova Scotia Power Corporation sur l'installation d'essai en lit fluidisé à Point Tupper, N.-É. Comité de gestion (membre)	F.D. Friedrich (LRE)
Projet de recherche sur les coups de toit Canada-Ontario-Industrie Comité de gestion du projet (membre)	J.E. Udd (LRM)
Comité de gestion du projet (président)	D.G.F. Hedley (LRM)
Comité de l'entreposage des déchets radioactifs (membre)	G.E. Larocque (LRM)
Comité de l'entreposage des sulfures des déchets radioactifs acides (membre)	J.E. Udd (LRM)
Groupe de travail technique	R. Tervo (LRM)
Comité conjoint sur la recherche ayant trait à la profession et au milieu liés à la production de l'uranium (secrétaire)	R. Tervo (LRM)
(membre)	J. Bigu (LRM)
Groupe d'évaluation des ressources en uranium: sous-comité sur les ressources raisonnablement assurées d'uranium (président)	A. Fustos (LRM)

Groupe d'évaluation des ressources en uranium: sous-comité sur les ressources additionnelles estimées en uranium (membre)	A. Fustos (LRM)
Groupe d'évaluation des ressources en uranium: sous-comité sur l'économie de l'offre et de la demande pour l'uranium (membre)	A. Fustos (LRM)
Groupe d'évaluation de ressources en uranium (membre)	A. Fustos (LRM)
Comité sur la santé et la sécurité au travail (membres)	A. Hitchen (LSM)
	R.E. Horton (LSM)
	C. Lalonde (LSM)
ENVIRONNEMENT CANADA	
CLF comité consultatif sur la technologie environnementale (membre)	E.J. Anthony (LRE)
Gold Processors Working Group (membre)	E.G. Joe (LSM)
LIAISON ENTRE DIRECTIONS, MINÉRAUX INDUSTRIELS	
(président)	R.K. Collings (LSM)
(membres)	K.E. Bell (LSM)
	P.R.A. Andrews (LSM)
	H.S. Wilson (LSM)
	J.M. Lamothe (LSM)
	J.A. Soles (LSM)
	D. Doyle (LSM)
	S.D. Wang (LSM)
INTERMINISTÉRIEL	
Comité de la R-D sur la biomasse (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Comité de recherche énergétique dans le bâtiment (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Comité sur les combustibles et les lubrifiants (membres)	M.F. Wilson (LRE)
	G.W. Lee (LRE)
Le plomb dans l'essence (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Comité sur les combustibles	F.D. Friedrich (LRE)
Comité de gestion du procédé d'hydrocraquage de CANMET (président)	J.M. Denis (LRE)
Comité sur la modernisation et les additifs (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Groupe de travail sur l'évaluation de la hauteur des cheminées (membre)	H. Whaley (LRE)
Comité sur l'utilisation des combustibles liquides dans les transports (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Comité sur l'espace	J.A. Jackman (LRMP)
Comité interministériel de la politique en matière de normes (membre)	H.F. Steger (LSM)
Groupe de travail interministériel sur la biotechnologie (membre)	M.C. Campbell (LSM)
CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES	
Comité mixte d'étude du PPIL sur le diffractomètre X de contraintes portatif de CANMET (membre)	D.W.G. White (LRMP)
COMITÉ ASSOCIÉ DU CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES SUR LES CRITÈRES SCIENTIFIQUES CONCERNANT L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT	
Comité sur les émissions d'appareils à combustion domestiques (président)	A.C.S. Hayden (LRE)

CONSEIL DE RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE	
Comité sur la technologie des circuits intégrés au silicium (membre)	M.G. Townsend (LSM)
Industrial Research Fellowship Selection Committee (président)	W.H. Erickson (LRMP)
Comité de sélection pour les subventions en chimie et en métallurgie (secrétaire scientifique)	W.N. Roberts (LRMP)
(membre)	J.E. Dutrizac (LSM)
COMITÉ LSM-EDP (président)	M.C. Campbell (LSM)
(membres)	P. Bédard (LSM)
	R.F. Pilgrim (LSM)
	C.W. Smith (LSM)
	R. Sutarno (LSM)
SOUS-COMITÉ TECHNIQUE POUR LA TECHNOLOGIE DES MINES ET DES MINÉRAUX, ENTENTE CANADA/TERRE-NEUVE SUR L'EXPLOITATION MINÉRALE (co-président)	M. Stefanski (LSM)
(co-président)	D.H. Bell (LSM)
TRANSPORTS CANADA	
Conseil consultatif sur les méthodes de soudage de l'aluminium (membre)	J.E.M. Braid (LRMP)
Comité technique sur les marchandises dangereuses (membre)	R.R. Vandebeek (LRM)
GROUPE D'ÉVALUATION DES RESSOURCES EN URANIUM (membre)	M.C. Campbell (LSM)
MINISTÈRE DE L'EXPANSION INDUSTRIELLE RÉGIONALE	
Comité consultatif technique pour l'installation pilote de grillage (sulfatation) et lixiviation Canada-Nouveau-Brunswick (membre)	W.J.S. Craigen (LSM)
Comité de la direction pour les systèmes de récupération enrichie (membre)	W.J.S. Craigen (LSM)
Comité consultatif technique pour la modernisation des fonderies (membre)	W.J.S. Craigen (LSM)
UNIVERSITÉ DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE – CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DES PROCÉDÉS MÉTALLURGIQUES	
Conseil consultatif technique (membre)	M.C. Campbell (LSM)

CANADA

ALBERTA/CANADA ENERGY RESOURCE RESEARCH FUND (représentant d'EMR)	T.D. Brown (LRC)
ALBERTA OFFICE OF COAL RESEARCH AND TECHNOLOGY	
Représentant fédéral	T.D. Brown (LRC)
Comité technique (représentant d'EMR)	D.E. Axelson (LRC)
ALBERTA WHEAT POOL STEERING COMMITTEE	
Représentant d'EMR	W.I. Friesen (LRC)
AOSTRA/INDUSTRIE/EMR	
Étude sur le transport par pipeline du pétrole lourd (membre)	A.E. George (LRE)
Étude de l'utilisation des résidus de l'amélioration	
Comité de gestion (membres)	F.D. Friedrich (LRE)
	J.M. Denis (LRE)
Installation d'essais souterrains (membre)	A.E. George (LRE)
Comité technique du projet in-situ d'injection de vapeur au Lac Grégoire (membre)	A.E. George (LRE)

GROUPE DE TRAVAIL DE L'ATLANTIQUE SUR LES MÉLANGES CHARBON-LIQUIDE (membre)	H. Whaley (LRE)
CAMBRIAN COLLEGE, SUDBURY	
Conseil consultatif pour le curriculum sur l'exploitation minière (membre)	C.B. Graham (LRM)
PROJET CANADA SASKATCHEWAN SUR LE TRANSPORT PAR PIPELINES DES HUILES LOURDES	
Comité consultatif (membres)	M.W. Mikail (LRC)
ASSOCIATION CANADIENNE DES PHYSICIENS	
Division de la physique industrielle et appliquée (président)	J.P. Monchalin (LRMP)
CANADIAN MINING JOURNAL	
Comité de rédaction (membre)	R.K. Sinhal (LRC)
SOCIÉTÉ CANADIENNE DE RECHERCHE SUR LA CARBONISATION	
Conseil d'administration (membre)	D.A. Reeve (LRE)
(secrétaire)	J.T. Price (LRE)
Comité technique (membre)	J.F. Grandsen (LRE)
(secrétaire)	T.A. Lloyd (LRE)
CANADIAN COAL PETROGRAPHICS GROUP (membre)	J.G. Jorgensen (LRE)
(secrétaire)	B.N. Nandi (LRE)
COMITÉ CANADIEN DE RECHERCHE SUR LA RÉSISTANCE ET LA RUPTURE DES MATÉRIAUX (membre du conseil)	W.R. Tyson (LRMP)
CANADIAN CONTINUOUS STEEL CASTING RESEARCH GROUP	
(membre)	R. Thompson (LRMP)
(observateur)	A.R. Palmer (LRMP)
CONSEIL CANADIEN DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE LA SOUDURE	
(président)	J.T. McGrath (LRMP)
SOCIÉTÉ CANADIENNE DE CÉRAMIQUE	
Division de la science de base et de l'électronique (membre)	A. Ahmad (LSM)
Rédacteur en chef du journal	K.E. Bell (LSM)
Division de la science de base et de l'électronique (membre)	T.A. Wheat (LSM)
Concours de céramographie (vice-président)	T.A. Wheat (LSM)
(juge)	A. Ahmad (LSM)
Comité des publications (président)	T.A. Wheat (LSM)
ASSOCIATION CANADIENNE DE L'ÉLECTRICITÉ	
Advisory Panel on Emissions Control	D.K. Lee (LRE)
Project on Circulating AFBC Waste Characteristics (conseiller technique)	E.J. Anthony (LRE)
Project on Flame Scanners for Coal Firing Monitoring (conseiller technique)	P.M.J. Hughes (LRE)
ASSOCIATION CANADIENNE DU GAZ	
Appareils alimentés au gaz pour endroits dangereux, nº CGA 2.25 (membre)	G. Lobay (LRM)
Comité des normes (membre)	G.K. Lee (LRE)
Rendement saisonnier des appareils alimentés au gaz	A.C.S. Hayden (LRE)
Brûleurs à gaz industriels et commerciaux	F. Preto (LRE)
Chaudières à gaz industrielles et commerciales	F. Preto (LRE)
SOCIÉTÉ CANADIENNE DE GÉOTECHNIQUE	
Groupe géotechnique d'Ottawa (membre exécutif)	M. Bétournay (LRM)
Sous-comité sur les tunnels (membre)	M. Gyenge (LRM)

ASSOCIATION CANADIENNE DES CONSTRUCTEURS D'HABITATION
- Groupe de travail sur les futurs systèmes de climatisation (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
- Comité sur la ventilation contrôlée et la récupération de chaleur (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
- Comité sur les exigences techniques R2000 (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
- Comité de recherche technique (membres) ..... A.C.S Hayden (LRE)
  ..... F. Preto (LRE)

INSTITUT CANADIEN DE L'ÉNERGIE (directeur) ..... E.J. Anthony (LRE)
- Division d'Ottawa (trésorier) ..... E.J. Anthony (LRE)
- Comité exécutif de la Division d'Ottawa
  - (membre) ..... G.K. Lee (LRE)
  - (communications) ..... J. Beshai (DIT)

INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE
- Comité Ad Hoc de la recherche sur les mines et le traitement des minéraux (membres) ..... J.E. Udd (LRM)
  ..... N. Billette (LRM)
- Division d'Algoma (représentant de laboratoire) ..... B. Arjang (LRM)
- Comité des sciences fondamentales (membres) ..... L.E. Collins (LRMP)
- Division du charbon
- Section de la préparation du charbon – Comité des programmes (secrétaire) ..... M.W. Mikhail (LRC)
- Comité directeur (2e vice-président) ..... A.S. Romaniuk (LRC)
- Comité d'organisation (membre) ..... T.D. Brown (LRC)
- Comité du programme technique (président) ..... G. Zahary (BPR)
  (membre) ..... D.B. Stewart (LRC)
- Comité de prépration des bulletins (membre) ..... J. Beshai (DIT)
- Comité sur le subvention pour la recherche en technologie minière (rédacteur) ..... R.K. Singhal (LRC)
- Comité des applications de l'ordinateur et du contrôle des procédés (CAPCC)
  - (président) ..... B. Das (LRC)
  - (membre) ..... D. Laguitton (LSM)
  - Publications (président) ..... B. Das (LRC)
- Division des exploitants canadiens de minéraux (secrétaire) ..... D. Doyle (LSM)
- Représentant du bâtiment ..... C. Lalonde (LSM)
- Comité sur l'éducation pour l'industrie des minéraux
  - (président) ..... J.E. Udd (LRM)
  - (membre) ..... N. Billette (LRM)
- Comité de l'histoire de la métallurgie (membre) ..... J.E. Dutrizac (LSM)
- Exécutif de la section d'hydrométallurgie (membres) ..... J.E. Dutrizac (LSM)
  ..... G.M. Ritcey (LSM)
- Sous-comité sur l'appareillage (membre) ..... T.R.C. Aston (LRC)
- Comité de génie des matériaux (membres) ..... W.R. Tyson (LRMP)
  ..... G.E. Ruddle (LRMP)
- Conseil d'administration de la Société métallurgique (membre) ..... A.F. Crawley (LRMP)
- Section du fer et de l'acier de la Société métallurgique (membre) ..... R. Thompson (LRMP)
- Société métallurgique, Comité des publications
  - (président) ..... J.D. Boyd (LRMP)
  - (membre) ..... A.F. Crawley (LRMP)
- Comité du programme technique: Conférence 1987 des métallurgistes .....
  - Section des sciences minérales et de la métallographie, Société métallurgique (président) ..... P.R. Mainwaring (LSM)
  - Section d'Ottawa (membre comité de direction) ..... D. Walsh (LSM)

Comité des publications (membre)	A.S. Romaniuk (LRC)
Comité des coups de toit et du contrôle des strates (vice-président	J.E. Udd (LRM)
Comité de la mécanique des roches et du contrôle des strates (vice-président)	J.E. Udd (LRM)
(membre)	D.B. Stewart (LRC)
Ouvrages spéciaux (représentant)	L.J. Cabri (LSM)
(membre)	R.K. Collins (LSM)
Sous-comité de l'éducation et de la recherche (membre)	D.B. Stewart (LRC)
Sous-comité des instruments (membre)	P.R.M. Cain (LRC)
Sous-comité des coups de toit et des systèmes micro-sismiques (membre)	P.R.M. Cain (LRC)
Sous-comité des structures sédimentaires et de la subsidence (membre)	T.R.C. Aston (LRC)
Sous-comité sur le remblayage (membre)	G. Swan (LRM)
Sous-comité sur les coups de toit (vice-président)	C.B. Graham (LRM)
CONFÉRENCE CANADIENNE DES MINÉRALURGISTES (trésorier)	E.G. Joe (LSM)
(secrétaire)	D. Doyle (LSM)
COMITÉ NATIONAL CANADIEN DE L'UNION INTERNATIONALE DE CRISTALLOGRAPHIE (secrétaire)	J.T. Szymanski (LSM)
CANADIAN NATIONAL COMMITTEE ON THE INTERNATIONAL ALLOY PHASE DIAGRAM PROGRAM (président)	W.H. Erickson (LRMP)
ASSOCIATION CANADIENNE DE LA MÉCANIQUE DES ROCHES (RMSCC)	
Sous-comité sur les méthodes de concassage non explosives (membre)	M. Gyenge (LRM)
Sous-comité sur le contrôle (membre)	G. Herget (LRM)
Sous-comité sur la roche tendre (membre)	G. Herget (LRM)
SOCIÉTÉ CANADIENNE DE GÉNIE CHIMIQUE	
Comité exécutif de la section d'Ottawa-Hull	
(président sortant)	M. Ikura (LRE)
(président)	J. D. Chase (LRE)
(secrétaire)	J. Monnier (LRE)
(vice-président)	V. Allenger (LRE)
(président aux programme)	V. Allenger (LRE)
Continuing Conference Program Subcommittee	
Section locale (représentant)	J. Kriz (LRE)
FONDATION DE LA SOCIÉTÉ CANADIENNE DES ESSAIS NON DESTRUCTIFS	
(Membre de l'Exécutif et du Conseil)	V.L. Caron (LRMP)
Comité de planification à long terme (membre)	V.L. Caron (LRMP)
SOCIÉTÉ CANADIENNE DE GÉNIE CIVIL	
Comité des activités techniques (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
Journal canadien de génie civil (éditeur associé)	V.M. Malhotra (LSM)
ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION	
Comité sur le ciment A.5 (membre)	G.G. Carette (LSM)
Comité sur les additifs pour ciment (membre)	G.G. Carette (LSM)
Comité sur le gypse et la chaux A.82 (membre)	P.R.A. Andrews (LSM)
Sous-comité de rédaction (président)	P.R.A. Andrews (LSM)
Comité exécutif sur les agrégats et le béton A.23.1, A.23.2, A.23.3 (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
Comité A.23.1 de l'ACNOR (membre)	V.M. Malhotra (LSM)
Sous-comité sur la réactivité des mélanges ciment-agrégat (membre)	J.A. Soles (LSM)

Comité sur le ciment et les agrégats (membre)	J.A. Soles (LSM)
Comité sur les applications des méthodes statistiques (membre)	R. Sutarno (LSM)
Fonte (membre)	R.K. Buhr (LRMP)
Groupe de travail sur les variables essentielles (membre)	J.T. McGrath (LRMP)
Groupe de travail sur la résistance à la rupture (membre)	J.T. McGrath (LRMP)
Matériaux pour pipelines (membres)	K.C. Wang (LRMP)
	W.R. Tyson (LRMP)
Propriétés des matériaux (membres)	K.C. Wang (LRMP)
	W.R. Tyson (LRMP)
Matériaux de renforcement du béton (membre)	R.J. Brigham (LRMP)
Importance des défauts (membre)	J.T. McGrath (LRMP)
(président)	W.R. Tyson (LRMP)
Groupe de travail sur les matériaux (membre)	J.E.M. Braid (LRMP)
Décollage des recouvrements (membre)	R.S. Chandel (LRMP)
Structures océaniques fixes en acier (membre exécutif)	W.H. Erickson (LRMP)
Groupe de travail sur les matériaux (président)	W.R. Tyson (LRMP)
(membre)	J.E.M. Braid (LRMP)
Groupe de travail sur le soudage (membre)	J.E.M. Braid (LRMP)
Sous-groupe de travail sur la protection contre la (membres)	J.B. Gilmour (LRMP)
	R.J. Brigham (LRMP)
Groupe de travail sur les matériaux (président)	W.R. Tyson (LRMP)
Groupe de travail sur la fatigue (membre)	O. Vosikovsky (LRMP)
Canalisations en acier destinées à la recherche (membres)	K.C. Wang (LRMP)
	W.R. Tyson (LRMP)
Acier de construction (membre)	R.F. Knight (LRMP)
Sous-comité de liaison sur les aciers pour canalisations, Z183, Z184 (membre)	J.T. McGrath (LRMP)
Comité sur les systèmes de chauffage au mazout (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Sous-comité sur les registres de cheminée (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Assainissement de l'air (membre de l'exécutif)	H. Whaley (LRE)
Performance des incinérateurs (membre)	F.D. Friedrich (LRE)
Comité directeur sur la protection contre le feu	A.C.S. Hayden (LRE)
Appareils au mazout (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Modification des brûleurs à mazout (membre)	R.W. Braaten (LRE)
Échantillonnage des émissions et mesures (président)	H. Whaley (LRE)
(membre)	R. Prokopuk (LRE)
Émissions et rendement des appareils à combustible solide (membre)	R.W. Braaten (LRE)
Comité sur l'évaluation énergétique des maisons (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Sous-comité sur les méthodes analytiques pour les maisons (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Échantillonnage des émissions et mesures (président)	R.W. Braaten (LRE)
Groupe de travail sur la ventilation contrôlée dans les maisons (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Code d'installation pour les appareils à combustible solide (membre)	R.W. Braaten (LRE)
Comité sur les appareils alimentés au bois (membre)	R.W. Braaten (LRE)
Comité sur les appareils de chauffage des locaux à combustible solide	A.C.S. Hayden (LRE)
Comité sur l'évaluation énergétique des maisons (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)

Comité sur les cheminées et foyers en maçonnerie (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Comité exécutif de gestion sur les systèmes de ventilation (membres)	A.C.S. Hayden (LRE)
	F. Preto (LRE)
Comité directeur de normalisations en matière de sécurité électrique et mécanique dans les mines (vice-président)	J.A. Bossert (LRM)
Technical Committee for "Flameproof Diesel-Powered Vehicles for Use in Gassy Underground Mines", M4.24 (président)	E.D. Dainty (LRM)
Technical Committee on Acoustics and Noise Control (Construction and Mining Machines – Task Force on on Occupational Noise) (membre)	M. Savich (LRM)
Technical Committee on Fire Resistant Conveyor Belting, No. M4.22 (membre)	K.J. Mintz (LRM)
Comité technique sur les fluides hydrauliques difficilement inflammables, nº M4.24 (membre)	K.J. Mintz (LRM)
Comité organisateur des normes sur la sécurité électrique et mécanique dans les mines (vice-président)	J.A. Bossert (LRE)
Code canadien de l'électricité, Partie I	
Comité directeur (membre)	J.A. Bossert (LRM)
Sous-comité chargé de la section 18 (président)	J.A. Bossert (LRM)
Code canadien de l'électricité, Partie II	
Sous-comité chargé de la norme ACNOR C.22.2, Nº 30: Enceintes à l'épreuve des explosions pour la classe I: groupes A, B, C et D, situations dangereuses (membre)	J.A. Bossert (LRM)
Sous-comité chargé de la norme ACNOR C.22.2, Nº 137: Luminaires pour situations dangereuses (membre)	G. Lobay (LRM)
Sous-comité chargé de la norme ACNOR C.22.2, Nº 152: Matériel de détection des gaz combustibles (membre)	G. Lobay (LRM)
Sous-comité chargé de la norme ACNOR C.22.2, Nº 157: Équipement sûr et ininflammable pour situations dangereuses (vice-président)	G. Lobay (LRM)
Sous-comité chargé de la norme ACNOR C22.2 Nº 159: Fiched et prises de courant pour situations dangereuses (membre)	G. Lobay (LRM)
Sous-comité chargé de la norme ACNOR C.22.2, Nº 174: Câbles pour situations dangereuses (membre)	G. Lobay (LRM)
Code canadien de l'électricité, Partie V Comité chargé de la norme ACNOR C.22.5, Utilisation de l'électricité dans les mines (membre)	G. Lobay (LRM)
Comité technique "Flameproof Diesel-Powered Vehicles for use in Gassy Underground Mines" M424 (président)	E.D. Dainty (MRL)
Comité technique sur le contrôle des bruits (machines de construction et d'exploitation minière – Groupe de travail sur le bruit en milieu de travail) (membre)	M. Savich
Comité technique sur les courroies de transport ignifuges Nº M4.22 (membre)	K.J. Mintz
CANADIAN URANIUM PRODUCERS METALLURGICAL COMMITTEE (membres)	K.K. Davé (LRM)
	T.P. Lim (LRM)

Sous-comité analytique (trésorier)	J.L. Dalton (LSM)
Comité sur la métallurgie (secrétaire)	G.M. Ritcey (LSM)
CANADIAN SYMPOSIUM ON CATALYSTS (10e)	
(organisateur et co-président)	J.R. Brown (LRE)
BUREAU CANADIEN DE SOUDURE	
Conseil d'administration (membre)	W.H. Erickson (LRMP)
CANADIAN SYMPOSIUM ON SURFACE SCIENCE (14e)	
Surface Canada 88 (organisateur et co-président)	J.R. Brown (LRE)
INSTITUT DE CHIMIE DU CANADA	
Division de la catalyse (secrétaire-trésorier)	J.F. Kriz (LRE)
Comité exécutif de la section Ottawa-Hull (membre d'office)	J. Monnier (LRE)
Comité des scrutateurs (président)	J.C. Hole (LSM)
Comité des affaires professionnelles, section d'Ottawa (membre)	J.C. Hole (LSM)
Exécutif de la section d'Ottawa (trésorier)	M.E. Leaver (LSM)
Comité directeur (membre)	J.R. Brown (LRE)
Division science de la surface (membre)	J.R. Brwon (LRE)
ASSOCIATION CANADIENNE DE RECHERCHE SUR LA PRÉPARATION DU CHARBON (secrétaire)	M.W. Mikhail (LRC)
COMMISSION CHARGÉE DE METTRE SUR PIED UN NOUVEAU COURS EN TECHNOLOGIE PHYSIQUE ENTRE LE CEGEP ET L'INDUSTRIE (membre)	J.P. Monchalin (LRMP)
COMMITTEE ON ATLANTIC COAL	
Représentant de CANMET	T.D. Brown (LRC)
Groupe de travail sur l'enrichissement du charbon (membres)	D.B. Stewart (LRC)
	M.W. Mikhail (LRC)
COMMITTEE FOR NEEDED RESEARCH FOR NORTHERN PIPELINES (membre)	D.W.G. White (LRMP)
COMITÉ SUR LES PIÈCES COULÉES EN CUIVRE POUR L'INDUSTRIE CANADIENNE DE L'ACIER (président)	R.K. Buhr (LRMP)
CONTINUOUS CASTING OF STEEL STRIP: COMMITTEE ON LIQUID STEEL QUALITY (membre)	A.R. Palmer (LRMP)
(membre)	J.D. Boyd (LRMP)
SOCIÉTÉ ÉLECTROCHIMIQUE INC.	
Section Ontario-Québec (vice-président programmes)	V. Scepanovic (LRMP)
(président, conseil exécutif)	R.W. Revie (LRMP)
FRICTIONAL IGNITION WORKING GROUP (président)	D.B. Stewart (LRC)
(membre et secrétaire)	G.A. Haslett (LRC)
FERROUS INDUSTRY RESEARCH ASSOCIATION	
Comité technique (membre)	C.J. Adams (LRE)
ASSOCIATION CANADIENNE DES CONSTRUCTEURS D'HABITATIONS (ACCH)	
Besoins futurs en climatisation des locaux (président)	A.C.S. Hayden (LRE)
Ventilation contrôlée et récupération de la chaleur (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
Comité de recherche technique (membre)	A.C.S. Hayden (LRE)
COMITÉ CONSULTATIF INDUSTRIEL POUR LA SURVEILLANCE DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE SUR LES ALLIAGES DE FONDERIE À BASE DE ZINC (membre)	M. Sahoo (LRMP)

COMITÉ DE LIAISON INDUSTRIELLE, PROGRAMME DE GÉNIE DU SOUDAGE DE L'UNIVERSITÉ DE L'ALBERTA (membre)	J.T. McGrath (LRMP)
COMITÉ CONSULTATIF INTERPROVINCIAL SUR L'ÉNERGIE, Sous-comité de la R-D sur le charbon	I.C.G Ogle (BPR)
INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL Comité des Sciences naturelles et génie	N. Billette (LRM)
IRON ORES PROCESSORS TASK FORCE (président et secrétaire)	W. Cameron (LSM)
(membres)	F.R. Campbell (LSM)
	D. Doyle (LSM)
	A.K. Kuriakose (LSM)
	D. Quon (LSM)
	M.J. Stefanski (LSM)
	J.M.D. Wilson (LSM)
ASSOCIATION MINÉRALOGIQUE DU CANADA (président)	L.J. Cabri (LSM)
(éditeur associé, minéralogiste canadien)	L.J. Cabri (LSM)
(représentant au conseil de géoscience du Canada)	L.J. Cabri (LSM)
(éditeur associé, minéralogiste canadien)	J.T. Szymanski (LSM)
INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL Comité des Sciences naturelles et génie	N. Billette (LRM)
JOURNAL OF THE CANADIAN CERAMIC SOCIETY Rédacteur adjoint	J.D. Canaday (LSM)
MICROSCOPIAL ASSOCIATION OF CANADA Comité organisateur (membre)	R.J. Mikula
COMITÉ NATIONAL DE COORDINATION DES POMPES À CHALEUR (président)	M. Wiggin (LRE)
NORTHERN COLLEGE, KIRKLAND LAKE Technique de soudage et Comité consultatif (membre)	J.T. McGrath (LRMP)
SAULT COLLEGE, ELLIOT LAKE Comité consultatif sur l'option technique de ventilation dans le cadre du cours de technologie mécanique (membres)	S. Hardcastle (LRM)
	R. Tervo (LRM)
SCIENTIFIC RESEARCH COUNCIL – MCGILL CHAPTER (membre)	J.P. Monchalin (LRMP)
SITE VISIT COMMITTEE ON CRT GRANT PROPOSAL Process technology in steel reheating furnaces (membre)	A.R. Palmer (LRMP)
SOCIÉTÉ DE SPECTROSCOPIE DU CANADA (Directeur de la section de la vallée de l'Outaouais)	J.W. Wittner (LSM)
COMITÉ TECHNIQUE SUR LES EFFLUENTS DE MINE ACIDES (membre – aéroport International d'Halifax)	R.G.L. McCready (LSM)
LABORATOIRES DES ASSUREURS DU CANADA/ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION Comité mixte sur les appareils de chauffage au bois (membre)	A.C.S Hayden (LRE)
UNIVERSITÉ DU MANITOBA Comité de surveillance-Ph.D (membre)	D.B. Stewart (LRC)

UNIVERSITÉ DE WESTERN ONTARIO
Laboratoire de la science des surfaces, Conseil d'administration (membre) ..... R.H. Packwood (LRMP)

INSTITUT DE SOUDAGE DU CANADA
Conseil de recherche (membre) ..... R. Thomson (LRMP)
Welding Engineering Technology Advisory Committee (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)

YOUTH SCIENCE FOUNDATION
Programme de conférences scientifiques ..... R.K. Singhal (LRC)